©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Aus dem Institut für Mineralogie und technische Geologie der Technischen Hochschule in Graz

Beiträge zur Sedimentpetrographie der Grazer Umgebung XVIII

Erster Einblick in die petrographische Zusammensetzung steirischer Würmglazialschotter (speziell Schottergrube Don-Bosko, Graz)

Von Josef Hanselmayer, Graz

Mit 4 Abbildungen auf 2 Tafeln

(Vorgelegt in der Sitzung am 22. März 1962)

		Seite
I.	Einleitung	41
II.	Petrographische Zusammensetzung zweier Schotterproben	43
III.	Physiographie ausgewählter Gerölle	47
IV.	Systematik des über den ganzen Aufschlußbereich erfaßten Gesteinsbestandes aus allen Untersuchungen	65
V.	Herkunftsfragen	73
VI.	Vergleich mit Pannonschottern	75
VII.	Literatur	76

I. Einleitung

Hiermit wird zum ersten Male eine petrographische Bearbeitung von Schottern aus dem Würmglazial Steiermarks vorgelegt.

Im Zuge der Erforschung der quartären Entwicklungsgeschichte unserer Heimat erschien es notwendig, auch die Frage zu studieren, ob es nicht möglich sei, mit Hilfe der qualitativen und quantitativen petrographischen Zusammensetzung der Geröllvölker die verschiedenen Terrassen bzw. Ablagerungen, wie z. B. Postglazial, Würmglazial, Riß-Würm-Interglazial, Rißglazial u. a., zu differenzieren. Alle diese Schotter sind gesteinskundlich noch nicht erforscht.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Begonnen wurde mit der petrographischen Erfassung des Geröllbestandes der Schottergrube Don-Bosko in Graz, rechtes Murufer. Sie liegt 400 m WSW von der gleichnamigen Kirche in 359 m Seehöhe. Ihr größter Durchmesser ist 210 m, die Abbauhöhe beträgt 12 m. Gröbere Schotterlagen wechseln mit mittelgroben. Der Sandanteil ist nicht immer gleich. Manchmal ist Kreuzschichtung zu sehen.

Altersmäßige Einstufung:

WINKLER-HERMADEN 1955: 33. „ . liegt es nahe, die gewaltige Schuttförderung der jungquartären Mur mit dem glazialen Abtrag der vorrückenden Würmvereisung in Verbindung zu bringen. Auf Grund dieser Befunde und Erwägungen halte ich ein frühwürmeiszeitliches Alter der großen jungen Murtalverschüttung für wahrscheinlich."

FLÜGEL 1960: 60. „. . . zeigen, daß es sich bei der Steinfelder Terrasse um eine jungpleistozäne, kaltzeitliche, glazifluviale Bildung handelt."

Über die petrographische Zusammensetzung berichteter:

S. 59: „Als Gerölle treten vorwiegend Kalk und Dolomit, Augengneise, Quarz, Pegmatit, Aplit, Amphibolit und meist stark verwitterte Glimmerschiefer und Gneise auf."

Über die Verteilung der Komponenten Quarz, Karbonat und kristalline Schiefer (Gneis etc.) in den einzelnen Fraktionen (0—0,1 bis 18—25) der Schottergrube Wetzelsdorf 2, westlich des Judenfriedhofes (nächstgelegene Schottergrube von Don-Bosko), siehe FLÜGEL, Abb. 1, S. 55.

Da ein großer Teil dieser Gesteine so grobkörnig ist, daß kleinere Gerölle den Gesteinscharakter nicht recht ersehen lassen, beschränkt sich die Untersuchung zunächst nur auf Gerölle, deren Durchmesser größer sind als 20 mm. Außerdem ermöglicht die Beobachtung größerer Gerölle die leichtere Wiederauffindung an anderen Orten.

Die Untersuchung des Gesteins- bzw. Kornbestandes der kleineren Gerölle und des Sandes ist sicherlich auch ebenso wichtig, muß aber einer anderen Studie vorbehalten bleiben.

Methodik

1. Die Schottergrube wurde mehrmals in kleineren Zeitabständen begangen und der Geröllbestand durchsucht.

2. An zwei Stellen der geräumigen Grube, und zwar an der Basis und im Mittelteil zwischen Liegend und Hangend wurden aus 1 m^2 der südlichen Grubenwand Proben von je 200 Stück entnommen, welche für diese Orte alles enthielten — ohne Auslese —, was dem Aufschluß eigen war. Jedes einzelne Geröll wurde petrographisch bestimmt und das Ergebnis in nachstehenden Tabellen dargestellt.

3. Petrographisch auffallende Geröllltypen, von denen es sich herausgestellt hat, daß sie in den 200-Stück-Proben kaum oder gar nicht vertreten waren, wurden aufgesammelt. Gerade solche Einzeltypen können aber petrographisch oder herkunftsmäßig Wegweiser sein (z. B. Gerölle mit Lazulith). Nach den Erfahrungen handelt es sich hiebei um Gesteinstypen, welche im Gesamtschotterbestand nicht über wenige Prozent hinausgehen oder gar nur Bruchteile von Prozenten ausmachen.

4. Ein Großteil der gröberkörnigen oder sonst auffallenden Gesteinstypen konnte schon im Felde entweder freiäugig oder mittels Lupe petrographisch bestimmt werden. Desungeachtet wurden nicht nur die im Felde unbestimmbaren Typen später mittels Pulverpräparat oder Dünnschliff mikroskopisch untersucht, sondern zwecks Kontrolle auch ein Teil der im Felde bestimmten Gerölle.

Die Physiographie wird besonders von Geröllen, deren Gesteinscharakter an Ort nicht sicher oder gar nicht festgestellt werden konnte, aber auch von Gesteinen, von denen dem Verfasser Anstehendes im möglichen Liefergebiet nicht bekannt ist, etwas ausführlicher geboten, um für spätere Zeiten Vergleichsmöglichkeiten zu bieten.

5. Um über die mögliche Herkunft Aussagen machen zu können, wurden aber auch bestimmte Gesteinsgruppen bzw. Einzelgesteine, die heute anstehend im möglichen Einzugsgebiet vorkommen, aber noch nicht eingehend untersucht worden sind, in Augenschein genommen, wie z. B. grüne und violette Diabastuffe vom Plabutsch, HANSELMAYER 1958, 1960, Porphyroid bei der „Elisenruhe" bei Bruck a. d. Mur, HANSELMAYER 1962, Porphyroid vom „Füllerkreuz" bei Vordernberg, Proben aus der Kainacher Gosau u. a.

II. Petrographische Zusammensetzung zweier Schotterproben

Durch Darbietung der folgenden Tabellen soll nicht nur der qualitative Bestand bekannt gemacht werden, sondern auch ein erster Einblick in die quantitativen Verhältnisse gegeben werden.

1. Erste Probe, Liegendlage, Schottergrube Don-Bosko, Graz

	Stück	Gramm	Gew.-%
Aplitgranite	2	240	0,8
Helle Granite	2	230	0,8
Normalgranite, Ø bis 145 mm	8	3280	11,5
Granitischer Migmatit mit Glimmerquarzit-Paläosom	1	550	1,9
Lagige bis streifige migmatische Gneise, Paläosom teils glimmerschiefrig, teils amphibolitisch, Ø bis 126 mm	21	3460	12,1

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

	Stück	Gramm	Gew.-%
Granodiorit	1	120	0,4
Diorit	1	210	0,7
Granitisierte Glimmerschiefer	3	420	1,5
Mürztaler Grobgneis bis Grobgranit und zugehörige Migmatite mit starker Paläosombeteiligung	16	2270	8,0
Pegmatite, Ø bis 118 mm	8	1030	3,6
Amphibolite, Feldspat-ärmer, F-reicher, körnig, körnig-streifig, flaserig bis schiefrig, ± Granat, Ø bis 137 mm	29	3370	11,9
Quarzite, feinschiefrig, Altkristallin	9	1050	3,7
Glimmerquarzit	1	160	0,6
Epidositische Lage in Grünschiefer	1	110	0,4
Semmeringquarzite, Ø bis 132 mm	2	1310	4,6
Serizitquarzit	1	410	1,5
Porphyroide	3	520	1,8
Phthanit, Lydit	2	240	0,8
Sandsteine, violettgrau	2	530	1,8
Arkose-Sandsteine	2	250	0,9
Ankeritisch-dolomitische Partien aus „Erzführendem Kalk“	1	40	0,1
Brekziöse Kalksteine mit sehr vielen oder wenig grauen Kalkbröckelchen im roten Zement, Ø bis 124 mm	3	920	3,2
Dunkelgrauer Kalkstein mit grober, 14 mm dicker, weißer Spatader	1	160	0,6
Grobspätiger Kalkstein, braungrau	1	220	0,8
Kieselkalkstein, gelb, gebändert, mit 1—3 mm starken Lagen von körnigem Chalzedon	1	320	1,1
Kalksteine, dicht, weiß, gelblich, grau, dunkelgrau, Habitus nicht paläozoisch, Ø bis 86 mm	19	1830	6,4
Kalksteine feinkörnig, manche mit weißen Spatadern, einige fein-rotäderig, Habitus paläozoisch, Ø bis 78 mm	21	1760	6,3
Kalkschiefer, tiefgrau	2	120	0,4
Dolomit, tiefgrau, Anfühlen sandig, mit dünnen, weißen Dolomitadern	1	140	0,5
Dolomite, lichtgrau bis weißgrau, rauh, Gefüge teilweise lückig, Ø bis 88 mm	11	920	3,2
Dolomite, lichtgrau, brekziös	5	390	1,4
Quarzfelse, teils mit Schieferfetzen, drei Ankerit-führend	19	1920	6,7
	200	28.500	100,0

2. Zweite Probe, Mittellage, Schottergrube Don-Bosko, Graz

	Stück	Gramm	Gew.-%
Aplitgranite	2	390	1,2
Granit, glimmerarm, längster Ø = 102 mm	1	570	1,8
Normalgranite	5	410	1,3
Zweiglimmergranit, Ø = 117 mm	1	380	1,2
Migmatische Granite, körnig, Ø bis 125 mm, ein Gerölle granatführend, Gleinalpentypen	8	2460	7,7
Granitmylonit	1	230	0,7

	Stück	Gramm	Gew.-%
Granodiorit, aplitisch, hellgelb	1	90	0,3
Granodiorite, normal . .	2	160	0,5
Granodiorite, migmatisch	16	1920	6,0
Lagengneis mit Quarzschwielen, granodioritisch	1	320	1,0
Diorit.	1	110	0,3
Mürztaler Grobgneisgesellschaft: Grobgranit, Grobgneis, schiefrige Augengneise, migmatisch schiefrige Granite u. ä., Ø bis 160 mm	11	2870	9,0
Pegmatite, teils schriftgranitisch, drei mit Schörl . .	13	1370	4,3
Amphibolitische Scholle mit Hornblendegarbenschieferstruktur, eingelagert in Pegmatit	1	1320	4,1
Amphibolite, körnig, körnig-streifig, flaserig, Feldspatärmer, F-reicher, ± Granat, selten Biotit-führend	28	4620	14,5
Flaseramphibolit mit epidositischen Lagen.	1	200	0,6
Mylonitisierter Amphibolit	1	40	0,1
Mylonitischer Plagioklasamphibolit in Diaphthorese	1	70	0,2
Fleckengrünschiefer	2	330	1,0
Paragneis	1	150	0,5
Paragneis nach Art von Plattengneis	1	60	0,2
Granatglimmerschiefer	2	140	0,4
Glimmerschiefer, übergehend in Geschiebeleichen .	6	560	1,7
Granatglimmerquarzit	1	180	0,6
Granatgneisquarzit	1	250	0,8
Glimmerquarzit mit Quarzschwielen	1	310	1,0
Quarzite, Hochkristallin	5	720	2,3
Semmeringquarzite .	3	320	1,0
Phthanit .	1	110	0,3
Feinkonglomerat .	1	40	0,1
Sandsteine, grau	3	180	0,6
Arkose-Sandsteine, grob und fein, Triasbasis?	2	380	1,2
Schichtige Tonmergel .	2	80	0,3
Mergel, braun	1	50	0,2
Ankeritisch-dolomitische Partien aus „Erzführendem Kalk“	1	120	0,4
Dolomite, tiefgrau, mit sandigem Anfühlen, mit weißen, dünnen Dolomitadern	2	170	0,5
Dolomite, lichtgrau, Anfühlen sandig, Gefüge lückig	5	260	0,8
Dolomite, lichtgrau, brekziös	2	200	0,6
Kalke, brekziös, tiefgraue Bröckelchen in eisenschüssigem Zement	2	410	1,3
Kalksteine, dicht, weiß, lichtgrau, grau, dunkelgrau, gelblich, Habitus nicht paläozoisch, Geröll-Ø bis 96 mm, Korn-Ø größeren Teils um 0,016 mm, kleineren Teils bis 0,005 mm	27	3140	9,8
Kalksteine lichter und dunkler grau, graublau, feinkörnig, in keinem der ausgesonderten Fälle dicht, oft durch spätige Adern genetzt, z. T. bänderig, Habitus paläozoisch, Geröll-Ø bis 112 mm . . .	14	2130	6,7
Quarzfelse, teils mit Schiefereinschlüssen, vier Gerölle Ankerit-führend, Ankerit zersetzt, Ø bis 115 mm	19	4090	12,9
	200	31.910	100,0

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Stück-%: Die für diese Proben gesammelten Gerölle sind ungleich groß, und zwar von 2 cm bis zu 16 cm. Daher hat die Stückzahl in % nur einen ganz bestimmt gerichteten Sinn: Die Gerölle wurden ja nicht nach irgend einem Prinzip ausgesucht, sondern so gesammelt, daß sie innerhalb der genannten Korngrößen (größere Gerölle wurden in diesem m^2-Bereich nicht gefunden) ein Bild der Häufigkeit des Auftretens bestimmter Gesteinsgruppen in diesen Würmschottern wiedergeben. Die Angabe in % scheint dem Verfasser als der bequemste und übersichtlichste Ausdruck hiefür.

Die Gewichts-% geben den stofflichen Massenaufbau wieder.

Die petrographische Zusammensetzung dieser zwei Schotterproben ist ziemlich bunt und entspricht dem Bild, das man bei Besuchen in diesem Schotteraufschluß gewinnt.

1. In erster Linie fällt der verhältnismäßig hohe Anteil von granitoiden Gesteinen, wie Granite und Verwandte, besonders Augengneise, Migmatite verschiedenster Art und Gesteine aus der Serie der Mürztaler Grobgneise bis Grobgranite auf (siehe Tabelle nächste Seite).

2. Interessant ist ferner der große Anteil von Karbonatgeröllen, worunter speziell die dichten Kalke verschiedenster Färbung mit mesozoischem Habitus bezeichnend sind.

3. Durch die Farbe und durch ihren verhältnismäßig hohen Anteil auffallend sind die Amphibolite, in verschiedensten Varietäten von anorthositischen-ossipitischen bis zu issitischen-hornblenditischen Typen (± Granat), wie sie ANGEL 1928 aus dem Gleinalpengebiet beschrieben hat, sowie Antigoritite.

4. Durch ihre Farbe hervortretend, war eine Gruppe von Grüngesteinen, deren Erkennung im Felde nur wenig Schwierigkeiten bereitete:

a) Epidosite, Fleckengrünschiefer,
b) Diabastuffite, diabasische Prasinite.

Schwierig zu erkennen waren aber ihrer Natur nach die Porphyre bis Porphyroide (weil es sich um Typen handelte, welche nicht Farbe und Aussehen so vieler obersteirischer Porphyroide zeigten) und die Paraamphibolite.

Man darf den Unterschieden in der Gesteinsbeteiligung, soweit sie dieselbe Gesteinsgruppe betreffen, keine allzu große Bedeutung beilegen, weil es vorkommt, daß in einer 200-Stück-Probe einmal ein sehr großes Gerölle einer bestimmten Gesteinsart auftritt, in der anderen Probe hingegen fehlt, so daß sich nun bei geringer Stückzahlvertretung erhebliche Gewichtsunterschiede ergeben können. Ähnlich ist es auch bei den Quarzfelsen, bei denen zwar

Vergleichstabelle zusammengefaßter Gesteinsgruppen in %

Don-Bosko, Graz Gerölle:	Aus dem Liegenden: Stück-%	Aus dem Liegenden: Gew.-%	Aus der Mittellage: Stück-%	Aus der Mittellage: Gew.-%
Granitoide Gesteine	27,5	37,7	25,0	31,0
Pegmatite .	4,0	3,6	6,5	4,3
Porphyroide	1,5	1,8	—	—
Diabasische Grünschiefer	0,5	0,4	1,0	1,0
Amphibolite	14,5	11,9	16,0	19,5
Andere kristalline Schiefer:				
a) Paragneise und Glimmerschiefer	—	—	5,0	2,8
b) quarzitische Gesteine .	6,5	10,4	5,5	5,7
Nichtkarbonatische Sedimente	3,0	3,5	3,5	2,2
Mergel .	—	—	1,5	0,5
Kalksteine.	24,0	18,8	21,5	17,8
Dolomite	9,0	5,2	5,0	2,3
Quarzfelse .	9,5	6,7	9,5	12,9
	100,0	100,0	100,0	100,0

die Stückzahl übereinstimmt, bei Probe 2 aber größere Gerölle auftreten, welche den gewichtsprozentischen Anteil nahezu verdoppeln.

Betrachtet man die qualitative Seite der Beteiligung, so fällt es auf, daß in der zweiten Probe Paragneise und Granatglimmerschiefer, aber auch Mergel auftreten, in der ersten Probe hingegen fehlen. Diese Tatsache ist kaum damit zu begründen, daß eine Stückauslese stattgefunden hat. Dazu sind nämlich die Prozentsätze der Beteiligung doch ansehnlich genug. Als Gegenstück hiezu kommen in der ersten Probe Porphyroide vor, welche Gesteine in der Probe 2 hingegen fehlen, wobei aber die Beteiligungsziffer sehr niedrig ist.

Im übrigen herrscht sowohl quantitativ als auch qualitativ eine befriedigende Übereinstimmung, was anzeigt, daß sich im Liefergebiet während der Zeit dieser Ablagerung nichts Einschneidendes geändert hat.

III. Physiographie ausgewählter Gerölle

1. Granit vom Tauern-Zentralgranit-Typus.
2. Albitgneis.
3. Gneis-Blastomylonit.
4. Dioritporphyrit.
5. Antigoritit.
6. Paraamphibolit.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

7. Porphyroidischer Tuffit.
8. Diabastuffit.
9. Diabasischer Prasinit.
10. Epidot-Chlorit-Glimmerschiefer mit braunen Karbonatknoten.
11. Feldspatführender Serizitquarzit.
12. Spätiger Dolomit.
13. Ankeritisch-dolomitische Partien aus „Erzführendem Kalk".

1. Granit vom Tauern-Zentralgranit-Typus

Gerölle: 110 × 85 × 60 mm, massig, mittelkörnig, mit rosaroten (Ø bis 8 mm) und grünlich-weißen Feldspäten, wenig Quarz, und viel Biotit und Chlorit als dunkle Gemengteile.

Quarz: U. d. M. sieht man kleinere und einige größere verzahnte Körner (Ø bis 1 mm), Zwickel zwischen den Feldspäten füllend, nicht häufig. An wenigen Stellen sind die Quarzgewebepartien zerschert, in parallele Platten zerlegt, undulös. Auf den Scherflächen ist der ursprüngliche Reibungssand rekristallisiert.

Feldspäte: 1. KNaF*, ohne oder mit wenig Glimmereinschlüssen, auch mit schwacher kaolinischer Trübung. Ø bis fast 2 mm, Einzelkörner oder grobe Aggregate bildend: „Flauer" Mikroklin. Manche sind zart spindelperthitisch, selten auch antiperthitisch. In mehreren Körnern, auch solchen mit Antiperthitpartien sind noch Schwärme von Klinozoisitkörnchen vorhanden, während der Füllungsmuskowit ganz verschwunden ist. Hier handelt es sich also um Plagioklasverdrängung durch den KNaF.

2. Albit mit 10 % An, gefüllt (sogenannte „echte" Fülle i. S. ANGELS, bestehend aus Serizit und Klinozoisit). An der Fülle nehmen außerdem Chloritfetzchen und Epidot (gröbere Körner als die Klinozoisite) teil = „komplexe" Fülle. Epidot, Chlorit und anscheinend auch Serizit bewirken den leichten Grünstich. In einzelnen Albitkörnern ist die Fülle fleckenweise verschieden stark konzentriert. Keine Periklinzwillinge, sondern Lamellierung nach dem Albitgesetz. Klare Fortwachsungsrinden kommen dann vor, wenn die Plagioklase im KNaF liegen oder an ihn angrenzen. In einem Falle befindet sich ein Plagioklasrelikt aus einer früheren Phase mit jüngerer Umkristallisation — der Reliktrand wird durch die Fülle markiert — in einem KNaF.

Brauner Biotit in zwei Generationen: Ø bis 1—2 mm.

1. Eine davon ist älter wie Chlorit. Kennzeichen: Zerfetzt und von Chlorit umwachsen.

* KNaF = EXNERsche Abkürzung für Kali-Natronfeldspat.

2. Eine ist jünger oder gleich alt. Kennzeichen: Mit Chlorit parallel verwachsen oder den Chlorit umsäumend.

Einschlüsse: Quarz und kleine Zirkone mit pleochroitischen Höfen.

Chlorit: Der erwähnte Chlorit ist Pennin. Dann kommt noch ein zweiter Chlorit vor, der knopfförmige Aggregate bildet (Ø bis 1,7 mm) und den Eindruck einer Pseudomorphose (Granat?) erweckt und noch kleine Biotitfetzchen enthält. Er entspricht gemäß der anomalen Doppelbrechung dem Prochlorit.

Stilpnomelan (?): Örtlich als Schuppenaggregate in enger Gesellschaft mit Epidot und Pennin.

Orthit mit tiefdunkelbraunem Kern, meist mit einem Epidotsaum. Langgestreckte, idiomorphe Kornformen, Längen von 0,7 bis 1,1 mm.

Titanit: Kristallographisch gut umgrenzte Körner, meist spitz-rhomboedrische Querschnitte (L bis 0,8 mm), leicht pleochroitisch von fast farblos zu licht zimtbraun. Manchmal im Innern kleine Ilmenitreste.

Titanit-Chlorit-Biotit bilden eine konstante Paragenese, zu der örtlich, aber nicht immer, Epidot dazu tritt.

Pistazit: Kleinere bis größere Körner (Ø bis 0,4 mm) bzw. Kornaggregate.

Muskowit wurde nur als Einschluß (Fülle) in Plagioklas beobachtet. Größte Schuppe = 0,1 × 0,12 mm.

Apatit mit sechsseitigen Querschnitten, farblos, Ø bis 0,28 mm, sowohl im Feldspat, als auch in oder an Biotit-Chlorit-Aggregaten.

Genesis: Es sieht so aus, als ob ein altes Paläosom, bestehend aus einem mittleren Plagioklas oder Oligoklas und einer Hornblende, vorhanden gewesen wäre, neben ihr anscheinend auch schon Biotit. Dieses Paläosom würde einem Amphibolit entsprechen und erscheint nun

1. umgewandelt: Die Feldspäte erhalten Fülle und Albitgrund, aus den Hornblenden werden Aggregate von Biotit-Chlorit und Pistazit, aus dem Biotit Verwachsungen von Chlorit und neugebildetem Biotit. Zu beiden Aggregaten, welche alte dunkle Gemengteile ersetzen, gesellt sich grobkörniger Titanit mit Ilmenitresten, was ebenfalls zu einem alten Amphibolitbestand paßt. Die Durchbewegung hat dabei sichtlich dieses ganze Paläosom intensiv zerlegt (grob mylonitisiert).

2. Dazu tritt nun eine Granitisierung, welche Quarz, KNaF und etwas selbständigen Albit in den jungen Gesteinsbestand, wie er jetzt vorliegt, hineinbringt. Die Granitisierung erfolgt auf Fugen

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

unter Verdrängung von Altbeständen und Umschließung von Altbestandskörnern.

Es liegt ein Gerölle vom Tauern-Zentralgranit-Typus vor. Herkunft aus der Bösensteinmasse oder aus den Seckauer Alpen, jedenfalls nicht Gleinalpe.

2. Albitgneis

Gerölle: 132 × 108 × 55 mm, 1350 g, grobkörnig, glimmerarm, hauptsächlich grauweiß mit graugrünen Kornflasern aus Epidot und Chlorit.

Quarz ungleichkörnig, Ø vereinzelt bis 0,7 mm, öfters 0,3 bis 0,5 mm, und viele kleinere, undulös, grobbuchtig bis pflastrig, jedenfalls kein Zahngewebe.

Albit, Ø bis 5,4 mm, gefüllt (Serizit, Klinozoisit und etwas Kalzit, auch Chlorit und Quarzeinschlüsse, oft in eigenartiger Form, wie Myrmekitquarz). Manche sind von rekristallisierten Mörtelkränzen umgeben, manche aber nicht, so daß paratektonisches Wachstum der Albite angezeigt wird.

KNaF ist nicht vorhanden.

Epidot in Stengel- und Kornhaufen, Pistazit, größere Individuen mit Ø von 0,32—0,48 mm, Chlorit (Z = hellgrünlichgelb, XY = lauchgrün bis olivgrün, wahrscheinlich Fe-Prochlorit), Muskowit (l = z. B. 0,3 mm), wenig Kalzit, Ilmenit, selten Apatit, vereinzelt Magnetit.

Das Gewebe dieses Gesteins ist aus drei ungleichwertigen Partien aufgebaut:

1. Die am Gerölle einkörnig erscheinenden Feldspatpartien erweisen sich u. d. M. als aus mehreren Plagioklaskörnern zusammengesetzt und zwischen diesen Einzelkörnern sind auch Mörtelzonen aus Kleinkornpflaster von regenerierten Plagioklaskörnern und mechanisch unversehrtem Pflasterquarzgewebe.

2. Die Epidot-Chlorit-Aggregate mit Ilmenit sind entweder kompakte Kornhaufen oder die Auswalzungsprodukte derselben. In den Kornhaufen ist das Volumsverhältnis Epidot zu Chlorit häufig ungefähr 1:1. Nachdem sich Epidot und Chlorit mechanisch sehr verschieden verhalten, erfolgt bei der Auswalzung eine Kornentmischung, so daß Teile der ausgewalzten Partien nur mehr Epidot oder nur Chlorit zeigen.

3. Mechanisch unversehrtes Pflasterquarzgewebe. Es erscheint ganz auffällig als Füllung zwischen den mechanisch sehr stark mitgenommenen Gewebeteilen 1 und 2. Außerdem enthält es an den Grenzen mechanisch unversehrte Kornflasern von relativ grobblättrigen Muskowit.

Dünnschliffauszählung:

Quarz	31,0 Vol.-%	Ilmenit	0,2 Vol.-%
Albit	55,5 Vol.-%	Magnetit	0,2 Vol.-%
Epidot	5,4 Vol.-%	Apatit	0,05 Vol.-%
Chlorit ...	7,0 Vol.-%	Kalzit	0,05 Vol.-%
Muskowit	0,6 Vol.-%		100,00 Vol.-%

Das ursprüngliche Gestein könnte ein Amphibolit gewesen sein, der in der ersten Tiefenzone granitisiert worden ist. Die Granitisierung besteht hier einseitig in einer starken Quarzzufuhr und einer stark verminderten Alkalienzufuhr, besonders K ist relativ wenig gekommen (Muskowitanteil sehr gering). Die jetzt vorliegenden, nur locker gefüllten Plagioklase lassen auf vormetamorphen Oligoklas (und auf nichts Basischeres) schließen; die kompakten Epidot-Chlorit-Aggregate mit ihrer Ilmenit- und Apatitbegleitung auf eine vormetamorphe Hornblende. Das wäre der Bestand, wie ihn die zweitstufigen Amphibolite im steirischen Kristallin zeigen.

Um eine Herkunft aus dem Gleinalpenkristallin kann es sich nicht handeln, da die Gleinalpen-Amphibolite eine solche erststufige Metamorphose und Granitisierung nicht zeigen.

Diaphthoritisierte Amphibolite finden sich im oberen Murtal von Bruck aufwärts und auch im Wechselgebiet an vielen Orten. Aber in einem Granitisationszustand, wie das hier beschriebene Gestein, scheinen sie im möglichen Einzugsgebiet nicht vorhanden oder noch nicht beschrieben zu sein.

Hingewiesen sei auf ANGEL 1924: 96 (Haselgraben bei Friedberg), wo sich ein ähnlicher Typus gezeigt hat.

Die in gleicher Zone (erste Tiefenzone) kristallisierten „Kränzchengneise" der Stubalpe (ANGEL 1924: 192) sind im Gewebebau und in der Mineralführung (Hornblende) von unserem Gestein verschieden, außerdem sind sie nicht granitisiert. Unter den Seckauer granitoiden Gesteinen sowie unter den Gesteinen des Mugelzuges bei Bruck könnten sich eventuell solche Formen finden, sind aber in der Literatur nicht beschrieben. Auch in der von THURNER 1960 studierten Kristallinzone nördlich des Wölzertales könnten solche Formen auftauchen. Der Troiseckzug (CORNELIUS 1952: 63) ist leider noch zu wenig untersucht.

Schließlich sei noch darauf verwiesen, daß in den meisten anderen granitoiden Gesteinen mit Plagioklasen vom Zentralgneishabitus Mikroklin ein ständiger Begleiter ist, während in unserem Gestein Kalifeldspäte und KNaF fehlen. Das Anstehende dieses Gesteins ist nicht bekannt.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

3. Gneis-Blastomylonit

Gerölle: 75 × 58 × 55 mm, grau, mit feinstkörnigen bis 15 mm mächtigen Lagen, wechselnd mit Lagen mit weißen Grobkörnern (Quarz und Feldspat, Ø bis 7 mm), feinstzementiert. Diese Lagen deuten einen Faltenbau an.

U. d. M.: Quarz: Mylonitisches Zerreibsel (Ø um 0,03 mm), Anteile davon rekristallisiert, auch Tektonoklasten mit Ø bis 1 mm und Zahnquarze.

KNa-Feldspat: Kleinere und größere Körner, Ø bis 1,6 mm, ebenso zerlegt wie der Quarz. In einem Individuum ein braunes Turmalinkorn (Ø = 0,1 mm) als Einschluß.

Albite mit 10 % An, außergewöhnlich locker gefüllt (Serizit + Klinozoisit), Ø bis 4,3 mm, manche kaolinisch getrübt. — Außerdem klare Albite, meist mit scharfer Albit- und Periklinlamellierung.

Biotit: Zerreibsel, herstammend von ehemals ziemlich großen Körnern, die zerrissen sind. Auch Grobblätter, Ø bis 1,2 mm, X = braungelb, YZ = dunkelbraun, einige davon mit Sagenitgitterung. Teile ehemaliger Biotite schon in Pennin umgewandelt.

Pennin: Auch zerlegt wie Biotit, Z = hellgrünlichgelb, XY = stumpfgrün, einachsig, anomal indigoblau. Einschluß: Zirkon mit pleochroitischem Hof.

Muskowit selten, z. B. Ø = 0,16 mm.

Granat zertrümmert und mit Chlorit ausgeheilt. Ø bis 0,24 mm.

Ilmenit in Biotit und in Chlorit, tafelförmig.

Apatit selten, säulig, zerlegt, Ø bis 0,9 mm.

Hämatit: Kleine Täfelchen.

Gewebebau: Homöoklastisch kleinkörnige bis rekristallisierte und heteroklastisch grobkörnige Bereiche mit gleichem Mineralbestand, nur verschiedener Kornfeinheit. Körner splittrig, an einzelnen Stellen an gröberen Feldspatklasten ein Hof von rekristallisiertem Quarzzahngewebe.

Es handelt sich um ein ursprünglich grobkörniges Gestein mit reichlich Biotit, KNa-Feldspat, Plagioklas und Quarz. Die Mylonitisierung verläuft ungleich, teils grob, teils fein.

Das Muttergestein war ein Gneis, in dem die Feldspäte als größere Porphyroblasten aufgetreten sind, der Quarz aber nicht, daher fehlt er unter den groben klastischen Körnern. Da Quarz deutlich Rekristallisation zeigt und die Struktur sich auszuheilen bestrebt ist, außerdem die kleinen Feldspatkörner klare Rekristallisation zeigen, handelt es sich um einen Blastomylonit.

4. Dioritporphyrit

Gerölle: 90 × 84 × 36 mm, 580 g, dickes Geschiebe. Im grauen, feinkörnigen Grundgewebe liegen in lockerer Verteilung weiße Feldspäte (bis 10 × 4 mm) und schwarzgrüne Hornblenden (bis 5 × 3 mm) in Form von Einsprenglingen. Beide sind in s eingeregelt.

Mikroskopie

Feldspäte: Die großen Plagioklase sind saussuritisiert. Im Saussurit sieht man fast undurchsichtige Häufungen von Körnchen und Leisten (Zoisit β), einerseits umrahmt von Massen eines feinstschuppigen Minerals, wahrscheinlich Serizit, andererseits schimmert noch Feldspatgrund durch. Die Reste zeigen oft noch Lamellierung und erwiesen sich als Albit. Kleine Quarze und Hornblenden vereinzelt als Einschlüsse.

Recht regelmäßig werden die saussuritischen und serizitreichen Reste von einer klaren Albitrinde umgeben. In dieser steckt manchmal nur ein einziger großer Rest eines saussuritisierten primären Plagioklases, aber öfter sind auch mehrere, rundliche, nebeneinanderliegende Körner von einem regenerierten Großalbit eingeschlossen. Diese Großalbite fallen dadurch auf, daß sie nur örtlich eine gute Zwillingslamellierung nach dem Albitgesetz zeigen, örtlich aber so homogen erscheinen wie ein Kalifeldspat. Eirunde Körner von Quarzrelikten sind selten. Sie ermöglichen aber eine Kontrolle auf Albit durch Brechungsvergleich.

Jüngerer Oligoklas ist kleiner und wenig oder kaum saussuritisiert.

Hornblenden:

a) Braune Hornblende: X = lichtgelb, Y = ausgesprochen braun

b) Grüne Hornblende: X = graugelb, Y = schmutzig graugrün, Z = schmutzig braungrün, Auslöschungsschiefe = 20°.

Diese beiden Varietäten sind aber miteinander durch Übergänge verknüpft und nicht etwa eine das Umwandlungsprodukt der anderen. Charakteristisch sind die meist deutlich gerundeten Einschlußquarze, so daß die Hornblende stellenweise richtig poikilitisch gewesen ist. Selten auch kleine Plagioklase mit Zwillingslamellierung als Einschluß, ebenso sehr eisenreiche Rutilkörnchen.

Klinochlor wird durch Umsetzung der braunen Hornblende produziert, wie an einzelnen Stellen beobachtet werden kann. Aber das ist nicht allgemein. Vereinzelt kommen auch Klinochlorblätter leuchtenbergitischer Abart vor.

Quarzpflaster ist hin und wieder zu sehen, welches Risse ausfüllt.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Erz: Ilmenit (häufig in Skelettform) bzw. Leukoxen und Hämatit.

Das Grundgewebe ist ungleichkörnig und besteht aus Quarz, viel kleinkörnigem Epidot (fast farblos), viel saurem Plagioklas, Hornblende, Chlorit, kleinen Biotitschuppen (Neubildungen wie der Chlorit) und etwas Serizit. Blastomylonitisch.

Dünnschliffauszählung:	Hornblende, Chlorit.	15 Vol.-%
	Plagioklas .	26 Vol.-%
	Grundgewebe	59 Vol.-%

Struktur: Kaum verwischte Porphyrstruktur, aber doch mit deutlichen Anzeichen kataklastischer Zerlegung der ehemaligen Einsprenglinge und Durchbewegung der Grundmasse mit Umkristallisation, welche die Plagioklaseinsprenglinge ausheilt, die Hornblende durch Chlorit ersetzt.

Dieses Gestein stammt nicht aus dem Gleinalpenkristallin, Anstehendes ist dem Verfasser nicht bekannt. Ähnlichkeiten gäbe es mit einem Spessartitgang bei Rottenmann (ANGEL-METZ 1932). Gemeinsam ist, daß sie Einsprenglinge von Plagioklas und Hornblende enthalten u. a. Der Unterschied liegt darin, daß im Spessartit von Rottenmann die dunklen Gemengteile sehr viel stärker vertreten sind (Hornblende = 60 %), daher schon zu den lamprophyrischen Ganggesteinen zuzurechnen, während im Dioritporphyrit die dunklen Gemengteile doch relativ stärker zurücktreten.

ANGEL 1924 erwähnt Dioritporphyrite S. 47, 60, 63, besonders sei auf den von STINY beschriebenen Dioritporphyrit vom Brucker Stadtforst (60) verwiesen.

5. Antigoritit

Gerölle: 140 × 105 × 70 mm, massig, dunkelgraugrün mit noch schwach bronzeschillernden millimetergroßen Körnern in einem Feingewebe, das makroskopisch nicht identifizierbar ist.

Das Grundgewebe besteht aus Antigorit (Länge bis 0,1 mm, Dicke bis 0,016 mm), Fächerformen, teilweise mit Durchkreuzungen, Doppelfächern und Bildungen wie bei ANGEL 1929, Fig. 1—4, merkliche Gitterstruktur. Staubartig feiner Magnetit bildet ein Netzwerk an ehemaligen Olivinkornkonturen und Rissen im Gewebe.

In diesem Grundgewebe sieht man Pseudomorphosen und Reste von Großkörnern von

a) Enstatit/Broncit in Bastiten und reine Bastitpseudomorphosen mit Erzeinlagerung längs Spaltflächen. Eine dieser

Bastitpseudomorphosen mit Faserbau enthält einen vollkommen antigoritisierten Olivineinschluß.

b) Diallag mit Erzinterpositionen längs der Spaltflächen.

c) Man sieht in randlicher Verwachsung mit den Diallagen einen Tremolit.

d) Mehrere große Porphyroblasten von Pennin mit schwachem Pleochroismus, Erzeinlagerung auf Spaltung und anomaler Doppelbrechung.

Stellenweise hat sich nach Pyroxenen am Rande und nach Spaltrissen auch feinschuppiger Talk gebildet.

Man sieht Korngruppen von Karbonat mit hoher Lichtbrechung und hoher Doppelbrechung, optisch einachsig negativ, mit rhomboedrischer Spaltung, mit starken Absorptionsunterschieden und einer schwachen limonitischen Anfärbung nach Spaltrissen, so daß es sich um einen Fe-armen Magnesit oder Dolomit handelt. Er liegt an oder in Bastitpseudomorphosen oder in Form selbständiger Nester von Körnern im Antigoritgewebe. Einzelne Korngruppen sind aber stärker limonitisch angefärbt und erinnern dadurch an Breunnerit.

Struktur: Antigoritisiert wurde ein grobes Olivinkorngewebe (siehe Abb. 2, 3), die Kornumrisse sind noch erkennbar, die Ø bewegen sich zwischen 1—4 mm, wobei natürlich auch Schnitteffekte mit in Rechnung zu ziehen sind. Der Pyroxen (Ø bis über 4 mm) scheint auf den ersten Blick wie von Olivin korrodiert zu sein. Eine nähere Durchsicht zeigt indes, daß er größere Körner bildet, welche unter Olivinaufzehrung von den Kornfugen aus wachsen. Es bilden sich hiebei fast amöboide Wachstumsformen, wie sie von SANDER in metamorphen Gesteinen unter der Bezeichnung Belteroblasten charakterisiert worden sind.

Vereinzelt Chromit in einzelnen Körnern mit etwas skelettischem Bau oder in kleinen Korngruppen.

Dieses Gestein ist auf einen Peridotit zurückzuführen, in dem Olivin herrschend war, welcher indes auch Enstatit bis Broncit und Diallag geführt hat.

Die Metamorphose hat

1. den Olivin gänzlich antigoritisiert unter Magnetit- und Magnesitabgabe, welche beide im Gestein verblieben sind. Sie hat ferner

2. Enstatit/Broncit bis auf kleine Reste bastitisiert und

3. den Diallag nur z. T. in Bastit umgewandelt, z. T. in eine tremolitische Hornblende.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

4. Der Talk ist aus Diallag, Tremolit und Enstatit/Broncit entstanden.

5. Großtafelige Chloritporphyroblasten sind nach Diallag neu gewachsen.

Die von HAUSER 1937 beschriebenen Serpentingesteine aus der Grauwackenzone der Umgebung Leobens, Umgebung von Donawitz und Troifaiach zeigen zwar Ähnlichkeiten, stimmen aber nicht voll überein. Ähnliche Antigoritite kommen auf der Südseite des Gleinalpenzuges bis zum Murdurchbruch vor. Ein Zeugnis für die Maschenserpentine bei Kraubath liegt abermals nicht vor.

6. Paraamphibolit

Gerölle: 98 × 87 × 58 mm, 770 g, lichtgrün, feinkörnig, ungeschiefert. Es enthält feinfältelige, weiße Injektionsadern.

U. d. M. sieht man ein feinfaseriges Gewebe, hauptsächlich aus Amphibol und Chlorit, weiters Epidot, reichlich Kalkspat, Quarz und wenig Plagioklas.

Quarz in pflasteriger oder Zahnquarzform, die regenerierten Körner erreichen Ø bis 0,1 mm, die Körner in den zerscherten Lagen nur Ø von 0,016—0,03 × 0,04—0,07 mm.

Feldspat ausschließlich saurer Oligoklas mit 22 % An und „falscher" Fülle (Chlorit, Hornblende); xenoblastisch, nicht sehr häufig.

Hornblende grün, strahlsteinähnlich, X = fast farblos, Z = hellblaugrün, Einzelfasern (z. B. 0,16 × 0,025 mm) oder Faseraggregate.

Großkornepidot, graugelb bis rauchigtrüb, Ø bis 0,2 mm, meist mit Hornblende gemengt, vorwiegend gleichmäßig verteilt. Es gibt aber auch Stellen, wo der Epidot stark konzentriert ist. Pleochroismus von graugelb bis fast farblos.

Klinochlor in kleinen Täfelchen bis 0,16 mm.

Kalzit bildet pflasterige Körner mit gelegentlicher Zwillingslamellierung, Ø bis 0,3 mm.

Viel Leukoxen nach Ilmenit, selten Hämatit.

Textur feinfältelig, undeutlich schiefrig. Die Schiefrigkeit wird durch die fälteligen quarzreichen Lagen markiert. Einzelne Faltenteile sind als Scherfaltenköpfe isoliert worden. In einzelnen Scherklüften hat sich Epidot konzentriert.

Struktur wirrfilzig-kristalloblastisch. Die Verteilung der Kornsorten im Filz ist ziemlich gleichmäßig, nur die schon am Handstück sichtbaren weißen Faltenzüge bzw. Adern machen eine Ausnahme, sie sind nämlich nur mit Quarz und Kalzit besetzt.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

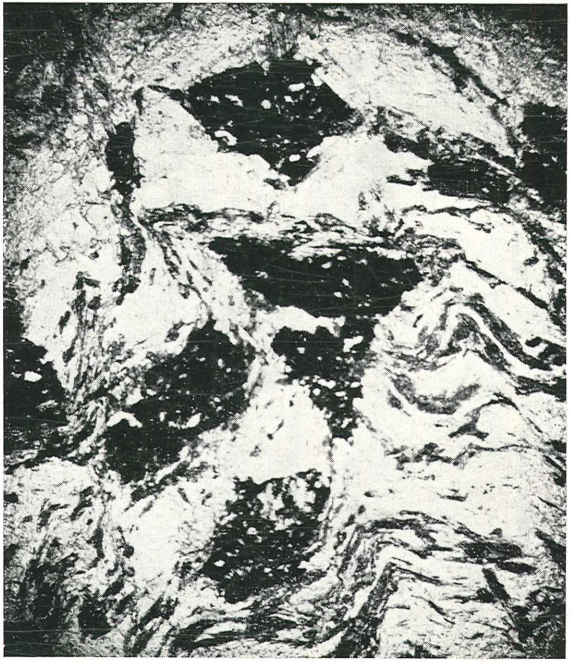

Abb. 1. Epidot-Chlorit-Glimmerschiefer mit braunen Karbonatknoten, Schottergrube Don-Bosko, Graz. Beachte die Rhomboederschnitte (Bild unten und oben) der Porphyroblasten, bestehend aus Goethit und Kalkspat, mit Quarz-si. Sie liegen in Faltensättel = Polygonalbögen von Epidot, Muskowit und Chlorit. Vergr. = 16 ×.

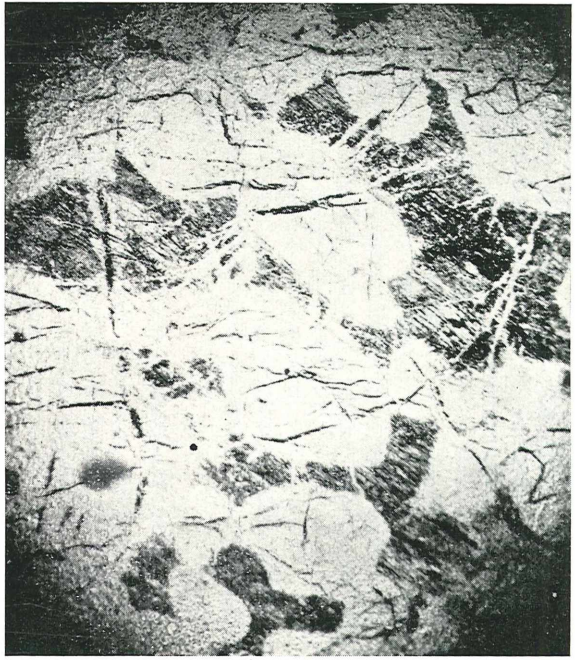

Abb. 2. Antigoritit, Schottergrube Don-Bosko, Graz. Streifige Partien = Pyroxene, alles übrige feinstschuppiges Antigoritgewebe. In diesem Gewebe sieht man noch die Grenzen ehemaliger Olivinkörner, welche von den Pyroxenen teilweise umfaßt werden. Vergr. 16 ×.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Das Gewebe dieser Adern ist ungleichkörnig und außerdem in der Verteilung ungleichmäßig. Die gröbsten Körner sind die des Kalkspates, welche z. T. vereinzelt, aber häufiger in Kornflasern auftreten. Es folgen die Pflasterquarze, die für sich ebenfalls geschlossene Kornpartien in den Adern bilden. Sehr viel kleinkörniger ist nun das Quarzgewebe, welches die restlichen Teile der Adern ausfüllt. Hier entsteht der Eindruck einer kristallinen Regeneration nach einer Mylonitisierungsphase. Der Pflasterkornquarz und der grobkörnige Kalkspat wären erst nachmylonitisch in diesen Raum eingeführt worden.

Vormetamorph: Tonmergel.

Es könnte sich um einen Paraamphibolit aus dem Gleinalpengebiet handeln, wie solche z. B. im Übelbachtal beim Holzergraben vorkommen.

7. Porphyroidischer Tuffit

Geschiebe: 118 × 103 × 34 mm, hellgraugrün, feinlagig und feinfältelig. Die Fältelung wird durch braune Karbonatknoten enthaltende Lagen betont, welche oberflächlich ausgewittert sind.

U. d. M.: Quarz: Einzelquarze bis 1,0—1,8 mm, mehr oder minder stark zerdrückt, entweder mit Mörtelzonen umgeben oder mit glatten, aber nicht geraden, oder mit gezähnelten Kanten abgegrenzt, z. T. mit, z. T. ohne Spannungserscheinungen. Reichlich Kleinstkörner mit Ø um 0,016 mm.

Feldspat: KNaF, Ø bis 1 mm, einheitlich auslöschend, homogen. Albit, Ø bis 2 mm, klastisch.

Große Körner einschlußfrei (Kalzit), Ø bis 0,5 mm, mit lamellarer Verzwilligung in Nestern. Kleine Körner immer mit Goethit und Limonit imprägniert (Ankerit?) als Aggregate oder lockere Schwärme, Ø z. B. von 0,02—0,05 mm.

Biotit: Kleine Fetzchen, Ø bis 0,1 mm, X = hellbraun, YZ = dunkelgraubraun.

Pseudomorphosen nach Biotit: Die Gestalt der ehemaligen Biotittafeln wird durch Leukoxensaum oder durch die Aggregatränder kundgetan. Sie bestehen aus Körnchen von KNaF, Albit, sehr viel Serizit, in besonderem Maße Chlorit und Leukoxen. Bei Vergrößerung 360 sieht man in den erdigen Leukoxenmassen einen Filz winzigster Rutilnädelchen.

Klinochlor, feinschuppige Aggregate bildend, Schuppen-Ø bis 0,07 mm, selten bis 0,1—0,3 mm.

Serizit: Schuppenfilze.

Turmalin: Schörl, selten, Ø z. B. 0,06 mm, mit Chlorit verwachsen. Winziger Rutil in Biotitresten und in Paragenese mit

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Chlorit, Titanit in Form von Leukoxen, Skelettilmenite, Magnetit und Hämatit.

Orthitepidot immer in kleinen Gruppen, Ø bis 0,01 mm, X = hellgelb, Z = schmutzigbraun.

Dieses Gestein zeigt einen Wechsel von folgenden verfältelten Lagen:

1. Karbonatreiche Lagen mit Serizit und Quarz.

2. Serizitmassen mit Chlorit durchwirkt, hin und wieder mit Nachzeichnung ehemaliger Biotite (Leukoxenränder), auch vollständig zerlegte Biotite. Orthitepidot und Leukoxen in Körnern immer wieder in kleinen Gruppen auf Kornfugen aggregiert.

3. Dazwischen befinden sich körnige Lagen, welche Quarz und Feldspat enthalten, aussehend wie mikrogranitische Grundmasse eines Quarzporphyrs. Darin liegen die Porphyroklasten von KNa-F, Albit und Quarz.

Der Zustand derjenigen Körner, welche Einsprenglingen eines Quarzporphyrs entsprechen würden, war primär klastisch (jetzt mit randlich ausheilender Fortwachsung), so daß das Gestein als Porphyroidtuffit angesprochen werden kann, da ja mit dem porphyroidischen Material auch Sedimentmaterial vermengt ist.

Herkunft: Obersteirische Grauwackenzone, nächste Vorkommen nördlich der Murenge von Bruck.

8. Diabastuffit

Gerölle: 92 × 64 × 48 mm, 420 g, graugrün mit angewitterten, braunen, karbonatischen Faltenlagen. Dunkelgrün sich abhebende Gesteinspartien korrespondieren, wie u. d. M. festgestellt wurde, mit chloritischen Kornflasern, welche reichliche Erzdurchstäubung aufweisen.

Quarz ungleichkörnig, alle größeren Körner (in den Kalzitlagen mit Ø bis 0,5 mm) zeigen intensive optische Spannung, undulöse Auslöschung oder stengelförmige Zerdrückung. Die Kleinquarze, Ø z. B. 0,1—0,016 mm, ohne optische Spannung, sind meist gut gerundet.

In den grünen Lagen befinden sich kleine Körnchen, Ø um 0,005 mm, mit schwacher Doppelbrechung, die nicht einwandfrei zu diagnostizieren sind. Sie könnten zu Quarz, aber auch zu Feldspat gehören.

Feldspat:

1. Klarer Albit, Ø bis 0,3 mm, größere Körner mit einfacher Karlsbader Verzwilligung, rundliche Korngestalt, randliche, kurze Fortwachsungen (kleine Zacken).

2. Selten Albit, Ø bis 0,5 mm, mit einer Fülle von Serizit, Klinozoisit und Chlorit, Fülle nicht sehr dicht. Die Serizitflitterchen sind vorwiegend in zwei ungleich starken Hauptscharen orientiert, welche nahezu aufeinander senkrecht sind.

Kalzit: Ø bis 0,15 mm, Pflaster. Wo Zwillingslamellen zu sehen sind, handelt es sich zweifelsohne um Kalzit, Dolomit wurde nicht beobachtet. Die kleineren Körner zeigen keine Zwillingslamellierung und keine Spaltung.

Es ist eine Erfahrungstatsache, daß bei jedem spaltbaren Mineral bzw. bei seiner Verzwilligung eine bestimmte Mindestkorngröße gegeben sein muß, bis zu der Verzwilligung und Spaltung noch vorkommen, wogegen sie unterhalb dieser Grenze bereits fehlen. Wie weit dies bei den einzelnen Mineralien verschieden ist, wissen wir noch nicht, weil spezielle Untersuchungen darüber fehlen.

Serizit wenig, bis 0,04 × 0,01 mm und viele kleinere.

Chlorit häufig, Tafel-Ø bis 0,03 mm, Querschnitte z. B. 0,03 × 0,004 mm. Klinochlor.

Erz sehr feinkörnig, Ø meist um 0,005 mm, vereinzelt bis 0,02 mm, jedes einzelne Körnchen ist ein Kristall. Man kann deutlich unterscheiden:

1. Würfelige Kriställchen mit Pyritreflexion (in der Minderzahl) und

2. quadratische und rautenförmige Schnitte mit blauschwarzer Reflexion = Magnetit.

Manchmal begegnet man trüben, linsigen, von Erzstäubchen durchwachsenen Partien, welche erdig reflektieren, so daß es sich um Titanit handeln kann, aber in Kombination mit einem nichtkarbonatischen, kaum doppelbrechenden, äußerst feinkörnigen Tonmineral.

Auch im Dünnschliff sieht man, daß dieses Gestein feinschichtig-englagig gebaut ist. Dabei zeigt sich eine Lagendifferenzierung in:

a) Faltenschenkel und Faltenumbiegungen aus hauptsächlich Kalzitfeinpflaster, sehr gleichmäßig körnig mit eingestreuten, kleinen Quarzkörnchen, die optisch ungespannt sind, hie und da auch größere Quarzkörner, stark deformiert und optisch gespannt. Vereinzelt in gleicher Größe auch Albit. KNaF war nirgends zu finden.

b) Faltenschenkel und Faltenumbiegungen aus sehr wenig Karbonat, dagegen Serizit und viel Chlorit, welch letzterer partienweise weitaus vorherrscht. In solchen Lagen waren unter den Körnchen Albite zu erkennen, daneben auch feinstkörnige Quarze. Diese Gewebepartien sind von Erz durchstäubt. a und b alternieren.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

c) Daneben gibt es noch trübe, fast isotrope Partien, die toniger Natur zu sein scheinen und vielleicht entglaste Aschenteilchen sind.

Einen weiteren Hinweis, daß es sich hier um diabasischtuffiges Material handelt, bilden jene Kornflasern von Chlorit mit Erzdurchstäubung und wenig Karbonat, welche der Größe nach mit den dunkelgrünen Flecken der Fleckengrünschiefer übereinstimmen, d. h. erst umgewandelte, dann noch deformierte Pseudomorphosen nach ehemaligen Pyroxeneinsprenglingen darstellen.

Herkunft: Grazer Paläozoikum beiderseits der Mur zwischen Gratwein und Frohnleiten.

9. Diabasischer Prasinit

Gerölle: 92 × 55 × 34 mm, 280 g, lichtgraugrün mit zahlreichen weißen, mehrere mm großen Einsprenglingen (Plagioklas), die nicht kristallographisch begrenzt sind.

Das Gestein ist porphyrisch. Einsprenglinge sind:

1. Gänzlich saussuritisierte Plagioklase, Ø bis 4 mm, an deren Resten Andesin bestimmt werden konnte.

2. Braune Hornblende, X = bräunlichgelb, Y = tiefbraun, nur mehr in wenigen kleinen Resten. Ø 0,1 bis 0,3 mm.

3. Pseudomorphosen nach Augit, Ø bis 1,6 mm, bestehend aus Chloritaggregaten. Chlorit mit anomalen bronzebraunen Polarisationsfarben, XY = bräunlichgrün, Z = hellgelb: Prochlorit. Manchmal Durchwachsungen mit faseriger aktinolithischer Hornblende, besonders Randsäume hievon. Siehe Abb. 4.

Im Grundgewebe sieht man sehr viel Uralit (X = hellgrüngelb, Y = hellgrasgrün), reichlich Chlorit (Prochlorit, anomale bronzebraune Polarisationsfarben), beide eng verwachsen, ferner Epidot (immer zusammen mit Chlorit), Albit (teilweise scharf lamelliert, mit ca. 10 % An) und ganz untergeordnet Quarz.

Der Albit bildet eine Pflasterkornunterlage, dessen Körner von Chlorit, Epidot, besonders aber von den „spießigen" Hornblenden durchwachsen sind. Man sieht sehr viel Leukoxen in Pseudomorphosen nach derb skelettisch ausgebildetem Ilmenit. Selten nimmt an diesen Pseudomorphosen auch Hämatit teil.

Es handelt sich um einen Prasinit, der nicht von einem Amphibolit abstammt, sondern von einem diabasporphyritischen, eventuell spessartitischen Gestein.

Dieses Gerölle stammt nicht aus dem Gleinalpen-Rennfeld-Bereich. HAUSER 1939 beschreibt mehrere Meta-Diabasporphyrite und diabasische Grünschiefer, auch Norizitische Tuffite etc., unter

denen ähnliche Formen wie unser Gestein vielleicht zu finden wären (Ochsenkogel-Teicheneck-Kragelschinken). Die von CORNELIUS 1952 beschriebenen Diabase etc. aus dem oberen Mürztale passen nicht dazu. So käme herkunftsmäßig wahrscheinlich die Grauwackenzone um Leoben in Frage. Daß solche Gesteine aus dem Mürztale herstammen könnten, ist aber trotzdem nicht völlig auszuschließen.

10. Epidot-Chlorit-Glimmerschiefer mit braunen Karbonatknoten

Gerölle: 72 × 58 × 23 mm, 170 g, grau, braun gesprenkelt. Ein braunes Mineral (die Sprenkel bildend) ist meist ausgewittert und hinterläßt Löcher. Schieferung und Fältelung erkennbar.

U. d. M. sehr viel Epidot, hellgrünlichgelb (z. B. 1,3 × 0,2 mm und zartere), mit der Stengelachse in das faltige s eingelagert, in Begleitung von längeren Ilmenitblättern und Blattgruppen, von Klinochlor und Muskowit. In diesen Gewebepartien, welche auffällig durch Epidot und Ilmenit die Falten nachzeichnen, befinden sich bis 2 mm große braune Knoten eines ehemaligen Porphyroblasten, welche manchmal karbonatumsäumt sind und häufig ein si aus Quarz enthalten. Im Innern ist mehr oder minder Karbonat zu sehen. Der Hauptteil dieser Pseudomorphosen besteht aus Goethit. Die Gestalt ist in einigen Fällen deutlich rhomboedrisch. Hie und da befinden sich darin auch Hämatittäfelchen, selten Zirkon. Siehe Abb. 1.

Diese Porphyroblasten könnten sein:

1. Reste eine poikiloblastischen Granaten (verrottete und durch Karbonat pseudomorphosierte Granaten) oder

2. Reste eines Karbonates, das primär einen sehr starken Fe-Gehalt gehabt haben muß: Ankerit oder Siderit.

Das Karbonat, welches man heute in und mit diesen Pseudomorphosen beobachtet, ist entschieden Kalkspat und weder Dolomit noch Ankerit. Gegen Granat spricht, daß Chlorit in diesen Pseudomorphosen nicht enthalten ist. Für eine Pseudomorphose nach Ankerit oder Siderit spricht

a) die große Menge von Goethit, zwischen dessen Körnern noch Karbonat, und zwar Kalkspat, zu finden ist,

b) weiters scharf rhomboedrische Schnitte, und

c) daß Goethit derart angeordnet ist, daß er manchmal rhomboedrische Spaltrisse abbildet.

Man sieht ein rhythmisch gebautes Schiefergewebe aus Lagen, die von Quarz beherrscht sind (Zahnquarze, Ø bis 0,6 mm, meist kleiner) mit wenig Kalkspat und zurücktretend Muskowit, auch etwas Albit, wechselnd mit oben beschriebenen Lagen aus

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Epidot + dünnblättrigen häutigen Muskowit + grünen Chlorit + Ilmenit + etwas Quarz. Die Lagen zeigen durchgehends Feinfältelung. In diesem zweiten Gewebeteil befinden sich die schon makroskopisch auffällig hervortretenden braunen Porphyroblasten.

Ein ursprünglicher Mergel wurde nach der diagenetischen Verfestigung in einen Kalksilikatschiefer umgewandelt (erststufige Metamorphose). Die Sideritporphyroblasten wurden erst durch Zufuhr einer Eisenkarbonatlösung gebildet, wohl während der Blastese, und anscheinend unmittelbar im Anschluß daran goethitisiert. Daß das keine Verwitterungserscheinung ist, kann man daraus schließen, daß die Rhomboederformen oft noch gut erhalten sind, daß Chlorit und Epidot, die auch Fe enthalten, keinen Goethit entwickelten.

Das Anstehende solcher Gesteine kenne ich weder aus der Literatur noch aus eigener Felderfahrung.

11. Feldspatführender Serizitquarzit

Gerölle: 34 × 70 × 118 mm, 440 g, grünlichgrau, feinkörnig. Man sieht eine 5 mm dicke Ader mit gröber kristallinem Quarz nach Q durchgehen. Ebenflächige 2 bis 3 mm-Rhythmik, äußerlich betont durch Auswitterung der Glimmerlagen.

Pflasterquarz: Ø 0,03—0,05 und viele kleinere, manchmal bis 0,08, selten bis 0,16 mm. Aderquarz: Korn-Ø 0,16—0,4 mm.

Im Feinquarzgewebe befinden sich:

Klinochlor relativ häufig, angenähert in s und in zwei Scherflächen locker eingeordnet, z. B.: 0,04 × 0,015 mm oder 0,02 × 0,005 mm.

Serizit vereinzelt im Gewebe und gehäuft in Zügen, Ø häufig um 0,05 × 0,005 mm und kleiner, selten bis 0,2 × 0,02 mm, immer vergesellt mit Erzpartikelchen (Ilmenit).

Feldspat: Faserperthit, Ø bis 0,15 mm, Albite in Pflasterquarzkorngrößen mit etwas Seriziteinschlüssen oder klare Albite mit scharfer, reichlicher Zwillingslamellierung.

Biotitlamellen vereinzelt, mit deutlichem Pleochroismus lichtgelb zu dunkelbraun, Länge bis 0,1 mm, immer auch vergesellt mit Ilmenit.

Brauner Sedimentturmalin relativ häufig, Ø bis 0,12 mm, selten Zirkon, Goethittäfelchen und Hämatit.

Gewebeordnung: Man sieht im Kleinquarzpflaster die sehr dünnen (Dicke bis 0,12 mm), von mehreren Serizitblättchen (bis 15 Individuen, übereinanderliegend) gebildeten, teils locker geordneten Serizitlagen. Sie betonen in flachwelligen Zügen ein s,

halten durch den ganzen Dünnschliff an oder zergleiten manchmal. Immer sind in diesen Glimmerlagen Erztäfelchen, hie und da auch Turmalin, manchmal kommen Feldspatkörner vor, die von Glimmerblättchen umschmiegt werden. Oft sind diese Lagen von Quarzkörnchen durchspickt.

Die Feldspäte sind regelmäßig in das Quarzkornpflaster eingestreut und bilden darin ein offenes Gewebe. In den Quarzadern kommen keine Feldspäte vor, nur vereinzelt Biotitlamellen.

Diese Physiographie stimmt bis in Einzelheiten mit den Angaben von CORNELIUS 1952: 45 über „Pseudo-Semmeringquarzit" überein. Dieses Gestein ist zu finden im Gebiet Turnau—Stübming—Pretalgraben, Arzbachgraben—Neuberg—Prein und Roßkogel (Veitscher Decke). CORNELIUS betont, daß die grünen serizitischen Zwischenlagen dem Pseudo-Semmeringquarzit eigentümlich zu sein scheinen, weiters könnten diese feinkörnigen Gesteine viel mehr Feldspat führen, als die echten Semmeringquarzite. Der Feldspatgehalt ist in unserem Falle doch nicht so hoch, so daß eine Unterscheidung vom Semmeringquarzit petrographisch nicht begründbar ist.

12. Spätiger Dolomit

Gerölle: 112 × 108 × 48 mm, 810 g, sehr hellgrau mit porigen Kleinhöhlen (Ø bis 2 mm) und rauhem Anfühlen.

U. d. M. sieht man unregelmäßig abwechselnd Dolomitgrobkornpflaster (Korn-Ø um 0,25—0,5 mm, selten bis 0,9 mm) mit Dolomitkleinkornpflaster (Korn-Ø um 0,03—0,05 mm oder um 0,1 mm).

Die in Dolomitgesteinen sonst so häufige Betonung der rhomboedrischen Korngestalten ist hier unmerklich. Die Diagnose auf Dolomit erfolgte am Geröll mittels HCl-Probe und im Dünnschliff mittels der starken Absorptionsunterschiede und der Lage der Zwillingslamellen. Auffällig ist die überaus große Seltenheit von Zwillingslamellierung.

Das Dolomitgrobkornpflaster bedeutet Marmorisierung, das Dolomitkleinkornpflaster ist Relikt aus dem nichtmetamorphen diagenetischen Zustand. Diese Relikte sind nur fleckenweise vorhanden.

Bemerkenswert erscheint der Hinweis, daß äußerlich und im Dünnschliff so gut zu erkennen ist, daß keine Dolomitform des Grazer Paläozoikums vorliegt. Hingegen wurde dieser Gesteinstypus vom Verfasser in den Mürztaler Schottern (Krieglach, Kindberg) beobachtet und auf das Semmering-Mesozoikum bezogen.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

13. Ankeritisch-dolomitische Partien

mit brauner Verwitterungsrinde aus sogenanntem „Erzführendem Kalk".

Gerölle: 132 × 78 × 51 mm, 750 g, braungrau, stellenweise blaufleckig, mit 5 mm dicker brauner Verwitterungsrinde. Eine grobspätige, 4 mm dicke weißgraue Ader zieht durch. Dieses Gestein braust fleckenweise stark mit verdünnter HCl.

U. d. M. sieht man ein Spatgewebe, in dem nur hie und da Quarzkörner (Ø bis 0,15 mm) eingestreut sind.

Die Ader besteht aus Dolomitkörnern (Ø bis 2 mm) mit den charakteristischen Absorptionsunterschieden und mit Dolomitzwillingslamellierung. Diese Dolomit-Großkörner sind lokal nach der Spaltung limonitimprägniert. Überdies gibt es stark limonitische Flecken mit Umrissen, welche mit den Korngrenzen der klaren Dolomitkörner nicht übereinstimmen. Daraus kann geschlossen werden, daß es sich um Verdrängung von ehemaligem Ankerit oder Siderit durch eine jüngere Dolomitgeneration handelt.

Das übrige Gewebe ist ein Kleinkornpflaster, Korn-Ø um 0,1—0,3 mm mit ähnlichen Erscheinungen. Auch hier sind die Körner als Dolomit erkennbar und auch hier wurde sichtlich eine Fe-reichere Abart verdrängt, von der nur Limonit übriggeblieben ist.

Die starke Reaktion der ockerigen Flecken mit verdünnter HCl führt in diesem Falle irre. Sie ist aber von verwitternden Ankeriten her bekannt.

Die äußerlich blau erscheinenden Flecken erweisen sich im Mikroskop als ein Kleinkornpflaster mit Konzentration von dunklem Pigment an den Korngrenzen. Die Körner zeigen starke Absorption, Limonit fehlt. Prüft man diese Partien mit HCl, so dauert es zunächst einige Zeit, bis das Brausen beginnt (bei Kalkspatpflaster setzt das Brausen sofort lebhaft ein). Die Lösungserscheinung verläuft auch nicht mit so stürmischer Gasentwicklung wie bei Kalkspat und die Lösung färbt sich sofort durch Fe-Aufnahme intensiv gelb. Das weist auf Ankerit hin.

An anderen Gewebestellen sieht man, wie das Ankeritpflaster über ein altes, organisch pigmentiertes Sediment-s hinweg wächst, ohne es völlig aufzulösen. Dieses Pigment-s ist feinfältelig. Auch hier fehlt Limonit. Auch solche Stellen treten äußerlich als blaue Flecken hervor.

Herkunft: Dieses Gestein erinnert an die von CORNELIUS 1952 beschriebenen „Erzführenden Kalke" des Mürztales, welche partienweise durch die kräftig braune Anwitterung schon im Gelände auffallen. Auch unser Gerölle zeigt dieselbe Erscheinung (braune Verwitterungsrinde).

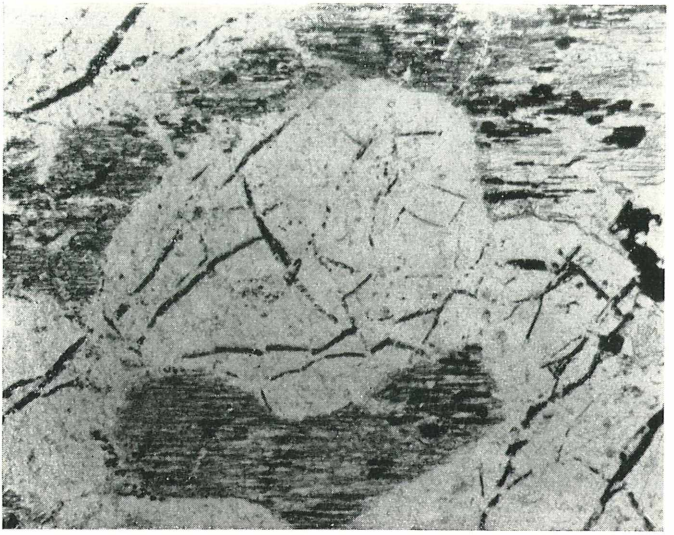

Abb. 3. Antigoritit, Schottergrube Don-Bosko, Graz.
Man sieht eine Antigoritpseudomorphose nach einem Olivinkorn (Ø = 1,3 mm), umfaßt von Pyroxen. Ausschnitt aus Abb. 2 (unten Mitte).

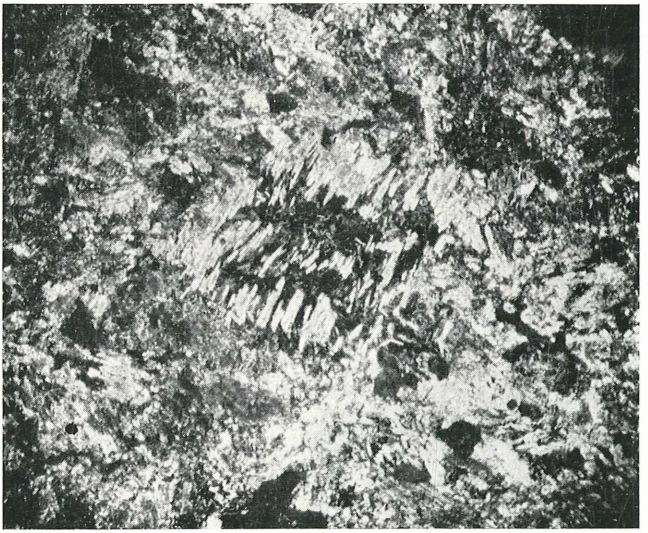

Abb. 4. Diabasischer Prasinit, Schottergrube Don-Bosko, Graz.
In der Bildmitte eine Pseudomorphose nach Augit, bestehend aus Prochlorit, durchwachsen mit faseriger aktinolithischer Hornblende (hell). Vergr. 38×.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

IV. Systematik des über den ganzen Aufschlußbereich erfaßten Gesteinsbestandes aus allen Untersuchungen

1. Granitoide Gesteine

A. Aus dem Gleinalpenkristallin

a) Granitischer Stamm

Aplitische Formen sind selten. Ein Aplitgranit mit turmalinreichen Schlieren wäre besonders zu erwähnen, desgleich ein lagiger Granodioritaplit mit solchen Schlieren.

Granitische Formen variieren im Biotitgehalt zwischen 5 und 16 % (Ausmessung), außerdem durch den Gehalt an Muskowit, ferner durch Korngestalt, Korngröße und Farbe der Feldspäte: Es gibt Formen mit weißen oder rosaroten KNa-Feldspäten. Das Mengenverhältnis dieser Feldspäte schwankt ebenfalls. Es treten Varietäten auf, in denen der rote KNaF herrscht. Quarz ist Hauptgemengteil, tritt aber meist hinter dem Feldspat zurück. Die Plagioklase sind immer weiß.

Granodioritische bis dioritische Formen: Auch die Gerölle aus dieser Gesteinsgruppe sind zum Großteil massig, kennzeichnend ist, daß die Feldspäte nicht einsprenglingsartig oder augenartig hervortreten und daß man rosarote Feldspäte vermißt. Diese Gesteine sind äußerlich den gut bekannten Granodioriten und Dioriten der Gleinalpe so ähnlich, daß sie darnach klassifiziert wurden. Quarz ist als Gemengteil in großer Verbreitung vorhanden, wenn auch nicht so reichlich, wie in den granitischen Formen. Die gleichmäßig dunklere Farbe, auf Grund der man diese Gesteine auf den ersten Blick von den granitischen unterscheiden kann, beruht auf dem Gehalt von bedeutend mehr farbigen Gemengteilen (Biotit, Epidot, Chlorit, Hornblende) und/oder bedeutend feinerer Verteilung derselben.

Die als dioritisch zu bezeichnenden Glieder haben noch mehr dunklere Gemengteile als die granodioritischen, ebenfalls in feiner Verteilung. Oft sind die dunklen Mineralien nur Biotit und Epidot, in anderen Fällen sind daneben oder ausschließlich Hornblendekörner vorhanden. Dabei ist der Gesamteindruck noch immer massig, die Struktur jedoch schon merklich nach s orientiert, aber es gibt noch keine zusammenhängenden Lagen oder Häute von dunklen Gemengteilen, welche die hellen trennen würden.

b) Migmatittypen

Darunter wären zu nennen: Streifengneise, Flasergneise und nebulitische Formen, in welch letzteren das Paläosom

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

wolkig, zerflossen-faltig oder verschwommen parallelzeilig hervortritt, so daß eine leichte „gespensterhafte" Texturzeichnung entsteht.

Immer ist das Paläosom durch die Granitisierung hindurch in Form und Anordnung noch erkennbar. Speziell bei den Streifengneisen und Flasergneisen bilden die Glimmer mit Quarz zusammen Flasern, Lagen oder Zeilen mit engen Abständen und dazwischen von granitischem Neosom beherrschte Lagen oder Flasern. In den flaserigen Formen kann man noch KNa-Feldspäte infolge ihrer gröberen Körnung und an den augenartigen Umrissen erkennen. In den engzeiligen Formen ist das mit freiem Auge oder mit der Lupe nicht mehr möglich, man kann die KNa-Feldspäte von den Plagioklasen nur mikroskopisch trennen.

Alle diese Gesteine liefern entweder unverletzt-feste Formen oder zermürbte. In letzteren entwickelt sich unter dem Einfluß einer ganz bestimmt gerichteten Verwitterung aus dem Biotit das „Katzengold". Diese Biotitumwandlung scheint mit ihrer Volumsänderung (Auflockerung, Aufblättern) sehr dazu beizutragen, daß das Gesamtgefüge gelockert wird.

c) Augengneise

In diesen Gesteinen schwimmen die Mikroklinaugen in einem Grundgewebe verschiedener Natur:

Einmal handelt es sich um biotitisierte Amphibolite verschiedener Arten und man sieht dann wenig Quarz im paläosomatischen Grundgewebe, aber oft einen Muskowitanteil.

Ein anderes Mal ist das Grundgewebe quarzreicher und hat weniger Biotit und Muskowit, und dazu Granat. In diesen Fällen ist das paläosomatische Grundgewebe ein Granatglimmerschiefer bis Granatglimmerquarzit.

d) Pegmatite

Während in den Durchschnittsproben die Pegmatite der Zahl nach zurücktreten (4 bzw. 6,5 Stück-%), meist auch nur als kleinere Gerölle gefunden wurden, begegnet man in den Auslesedepots auch Geröllen mit Ø von 20 bis 30 cm. Diese sind meist Schörl-Pegmatite, z. T. mit schriftgranitischer Struktur.

e) Dioritporphyrite

Es wurden nur zwei Gerölle von diesem ausgefallenen Gesteinstyp gefunden. Vgl. Beschreibung S. 53.

B. Typen aus dem „Mürztaler Grobgneis bis Grobgranit"

Außer den oben zusammengefaßten begegnet man einer Gruppe von anderen granitischen Gesteinen, welche mit einiger Übung als Typen aus dem Mürztaler Grobgneis bzw. Grobgranit zu erkennen sind. Es handelt sich um die Gesteine, welche von ANGEL, CORNELIUS, SCHWINNER und STINI in jüngerer Zeit charakterisiert worden sind.

Die Gleinalpen-Augengneise haben ein vollständiges Grundgewebe glimmerschiefriger oder metasomatisch-amphibolitischer Natur. In den Mürztalern fehlt aber ein solches Grundgewebe; der augige Eindruck wird dadurch hervorgerufen, daß die KNa-Feldspäte in einem sie umschmiegenden Quarzgeflecht liegen, dem gegenüber Biotit und Muskowit einen dritten, selbständigen Gemengteil bilden.

C. Granitoide mit Zentralgneishabitus

Granite dieses Typus wurden selten gefunden. Sie könnten aus den Seckauer Alpen oder aus dem Bösenstein-Gebiet stammen. Vgl. S. 48.

Der Albitgneis, vgl. S. 50, gehört zwar auch in diesen Gesteinskreis, unterscheidet sich aber von den anderen durch den Mangel an KNa-Feldspat.

2. Amphibolitische Gesteine

a) Paraamphibolite, wie sie aus dem Übelbachgraben im Gleinalpengebiet durch ANGEL bekannt gemacht worden sind, sind selten.

Mit ihnen im Gleinalpengebiet verbundene Hornblendegarbenschiefer wurden in einigen Stücken gefunden. Ein Teil der Hornblendegarbenschiefer könnte allerdings auch aus dem Mürztal gekommen sein.

b) Orthoamphibolite

Anorthositische bis ossipitische Amphibolite mit auffallend viel hellen Gemengteilen (Plagioklaskorngewebe), zu großen Kornflasern vereinigt. Dazwischen befindet sich, zurücktretend, grobflaseriges Hornblendegewebe.

Plagioklas-Amphibolite und Plagioklas-Granatamphibolite: Unter diesen erkennt man wieder angenähert massige Formen, in denen eine Konzentration einerseits der hellen und andererseits der dunklen Gemengteile in Zeilen oder Flasern nicht

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

in Erscheinung tritt, ferner körnig-streifige, in denen eine solche Differenzierung in Lagen bereits deutlich sichtbar ist, weiters flaserige Formen, in denen sich die Differenzierung hell gegen dunkel in Form von Flasern durchsetzt und fältelige Formen, in welchen eine Hell-Dunkel-Differenzierung gleichfalls auftritt, aber in feinen Fältelungen.

Gemeine Amphibolite und Gemeine Granatamphibolite können auch angenähert massig auftreten oder körnig-streifig bis flaserig, wobei die hellen Gemengteile gegenüber den dunklen stark zurücktreten und die Streifigkeit oft noch durch Granatkornlagen markiert wird.

Issitische Amphibolite, mit oder ohne Granat: Die hellen Gemengteile treten so stark zurück, daß die Hornblende der unbedingt herrschende Gemengteile wird. Zarte Streifungen oder Flaserungen werden auch in diesen Gesteinen wieder durch Zeilen heller Kornsorten bewirkt.

Auffallend ist in den granatführenden Typen oft ein dünner, auch schon ohne Lupe erkennbarer weißer Hof um die Granatkörner, sowohl um die Rundlinge als auch um die Rhombendodekaeder.

Grobkristalline Hornblendefelse kommen selten vor. Sie wurden nur in den groben Geröllen (Ø = 20 bis 30 cm) zweimal gefunden. Die Hornblendekörner erreichen Ø von 7 bis 8 mm, zuweilen sogar bis etwas über 10 mm. Diese Hornblende ist tief dunkelgrün.

Anhang: Antigoritite

Reine Formen und solche mit Tremolit und/oder Breunnerit. Die Farbe ist entweder schwarzgrün, dunkelgrün oder lichter bläulichgrün. Tremolit und Breunnerit sind schon äußerlich erkennbar.

3. Diabasische Gruppe

Eigentliche Diabaslaven konnten unter den Geröllen nicht festgestellt werden, wohl aber Tuffe, d. h. schichtiges, klastisches Diabasmaterial. Es wurden gefunden: Waldsteinit (ANGEL 1954) und die bekannten Fleckengrünschiefer des Semriacher Typus. Erstere Gesteinsart selten, die zweite auch nur spärlich. Die Fleckengrünschiefer sind Tuffe und Kristalltuffe, in denen die schwarzgrünen Flecken Chlorit-Hornblenderelikte nach Augitauswürflingen sind. Eine Form mit Kristallauswürflingen, welche noch vollkommen mechanisch unverformte Pseudomorphosen nach Augit darstellen, wie solche unterhalb der „Deiselkeusche" (Semriacher Becken, Südrand) vorkommen, wurde trotz Suche darnach nicht gefunden.

Reaktionsbildungen im Zusammenhang mit den Diabastuffen: Ein großes Gerölle mit 28 cm Ø zeigt reichliche Durchäderung mit Quarz und sehr grobspätigem Kalzit. In diesem Adergeflecht gibt es Fetzen von Diabastuffen, z. T. fältelig, z. T. nestartig, mit knolligen Nestern von sattgelbgrünem Epidot in Gesellschaft von Chlorit, Hornblende und Albit, welche als feinlagige, lichtgrüne Gewebepartien zu sehen sind.

Nur ein einziges Mal wurde ein grauvioletter Diabastuff gefunden, wenig gerundet, 154 × 96 × 62 mm, mit zahlreichen millimetergroßen, seltener auch bis 10—15 mm großen „Lapillen". Solche Gesteine kommen im Plabutschzug (HANSELMAYER 1958), im Raacherberg-Frauenkogel-Gebiet und auf der Kanzel vor.

Diabasische Prasinite, in der Form wie sie auf S. 60 beschrieben wurden, sind selten. Ebenfalls selten sind Diabastuffite, vgl. S. 58.

4. Epidosite

Gelbgrüne Gerölle, Ø meist 5 bis 8 cm, manchmal bis 14 cm, kommen nicht selten vor. Das Epidotmineral darin steht schon dem Pistazit nahe. Einige dieser Gerölle zeigen ein Scherflächennetz, welches mit einer dunkelblaugrünen, feinstengeligen Hornblende besiedelt ist. Pleochroismus: Z = blaugrün, Y = saftgrün, X = grüngelb. Diese Charakteristik nebst Auslöschung wären die einer strahlsteinähnlichen Hornblende. Solche Gesteine kommen in Begleitung der Gleinalpen-Amphibolite vor.

Häufiger sind die fast hornblendefreien gelbgrünen Epidositgerölle. Weiters sieht man über zentimeterdicke epidositische Lagen in Plagioklasamphiboliten. Nur einmal wurde ein Epidotquarzit gefunden. Der Epidot bildet feinkörnige, hellgelbgrüne, abgerissene Schlieren oder Faltenzeichnungen, zwischen die sich das Quarzgewebe angebaut hat.

5. Quarzporphyre bis Porphyroide

In allen bisher untersuchten pannonischen Schotterkomplexen (Platte-Graz, Laßnitzhöhe, Dornegg, Brunn bei Nestelbach, Hönigthal), HANSELMAYER 1958, 1959, 1960, 1961, wurden vom Verfasser gelbbraune, braunrote, grauviolette und violettrote Quarzporphyrgerölle gefunden, welche durch ihre Farbe, aber auch durch ihr Oberflächenaussehen (wachsartiger Glanz, Anwitterungsgrübchen) auffallen. Sie sind bezeichnende Glieder dieser tertiären Geröllgesellschaften. Solche Gesteine fehlen in den bisher untersuchten Würmschottern.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Die typischen, stark vergrünten Formen der Porphyroide, wie man sie aus der Obersteiermark kennt, ANGEL 1939, fehlen ebenfalls. Die schließlich und meist nur mit Hilfe des Mikroskops als Porphyroide bestätigten Gesteine sind in unseren Würmschottern sehr hellgraugrün. Auch der porphyrische Charakter der Quarzeinsprenglinge ist oft erst allein im Dünnschliff zu erkennen. Eine ausführliche Physiographie dieser Porphyroide folgt a. a. O. Hier sei nur noch auf die Ähnlichkeit mit den Porphyroidtypen der Pannonschotter der Grazer Bucht verwiesen (HANSELMAYER 1959: 811—816, 1960: 331, 336, 1961: 189—191).

6. Hochkristalline Schiefer

Diese Gesteinsgruppe ist spärlich vertreten, z. T. wegen der geringen Widerstandsfähigkeit dem Transport gegenüber. Immerhin wurden gefunden: Granatglimmerschiefer, Typus Hellglimmerschiefer der Gleinalpe in quarzreicher Ausbildung, ein verwandter Granatgneisquarzit in Diaphthorese, Glimmerquarzite und Granatglimmerquarzite, Plagioklasschiefer, Hornblendegarbenschiefer und Marmore. In einem Depot der größeren Gerölle (Ø = 20—30 cm) kamen nicht selten Schiefergneise vor, wie sie durch STINI 1915 im Murdurchbruch zwischen Bruck und Pernegg bekannt geworden sind.

7. Grauwacke und älteres, nicht kalkiges Paläozoikum

Diese Gesteine sind ebenfalls nur vereinzelt vertreten, so z. B. Lydite, Phthanite und Graphitquarzite.

Selten sind gleichmäßig feinkörnige, intensiv gelbockerige Sandsteine.

8. Paläozoische Kalke und Dolomite

In diese Gruppe gehören feinkörnige, verschiedenfarbige Kalke (die z. T. mit Hochlantschkalken verglichen werden könnten) und Dolomite mit paläozoischem Habitus. Ein dunkelgrauer Kalkstein, tonig, mit rauhem Anfühlen, sehr feinkörnig, erinnert an Karbonkalke der Grauwackenzone.

Immer wieder findet man Vertreter der sogenannten „Erzführenden Kalke". Sie fallen durch ihre braunen, rostfarbenen oder gelbbraunen bis rotbraunen Rinden bzw. Gewebepartien auf, sind aber im einzelnen strukturell doch ziemlich variabel (vgl. S. 64).

Fossilführende Karbonate:

a) Kalkstein, Länge = 21 cm, dunkelgrau, dicht, mit grobspätigen weißen Schalenresten von Conchidium hercynicum

HALFAR mit Ø bis 8 cm. Einzugsgebiet: Rötschgraben, Rannach oder aus dem Grazer Paläozoikum weiter muraufwärts. Mitteldevon. Bekannt als „Pentameruskalk".

b) Kalkstein, Ø = 18 cm, dunkelgrau, dicht mit weißlichen Fossilresten:

1. Chaetetes sp. Art wegen schlechter Erhaltung nicht bestimmbar.

2. Thamnopora vermicularis (M'COY): Ästchenförmige Kolonien von 2,5—3 mm Ø, Zellröhren-Ø = 0,25—0,3 mm, Kelch-Ø = 0,5 mm, Mauerdicke = 0,15 mm.

Die Bestimmung führte W. GRÄF durch. Hiefür sei bestens gedankt.

Vorkommen im Grazer Paläozoikum, KROPFITSCH & SCHOUPPE 1953: Oberes Unter- und unteres Mitteldevon: Plabutsch, Geierkogel, Gehänge gegen die Leber, Ölberg, oberster Rannachgraben.

Unteres Mitteldevon: Pentamerusniveau: Fiefenmühle bei Gösting, P. 935 südlich des Paarkogels.

Mittleres Mitteldevon: Sparganophyllumstufe: St. Gotthard.

Nach FLÜGEL, H. 1958, wird die Grenze Unter/Mitteldevon tiefer gerückt.

c) Dunkelgrauer (Ø = 5,3 cm) und schwarzgrauer (Ø = 4,9 cm) Dolomit, beide mit zahlreichen rundlichen bis dickovalen (Ø = 3—5 mm) und länglichen (z. B. 14 × 3 mm) Korallenquerschnitten: Thamnopora oder Striatopora, vollständig dolomitisiert und deshalb nach Art nicht bestimmbar.

9. Aus metamorphem, nicht karbonatischem Semmering-Mesozoikum

Unter den Semmeringquarziten treten zwei Typen hervor:

a) Apfelgrüne bis weißlichgrüne, auch fast weiße Feinquarzite, mit oder ohne schwache Serizitbeteiligung und

b) Gerölle aus den Semmeringbasiskonglomeraten: Im grünlichen, feinsandigen Zement befinden sich weiße und rosarote Quarzgeröllchen mit Ø bis 2 cm.

10. Breschen, Konglomerate, Sandsteine

in verschiedener Ausbildung:

a) In einer grauen, feinkörnigen, sandig-schiefrigen Kittmasse befinden sich locker verteilt bis einige cm große, nicht vollkommen gerundete Gerölle: gelbliche Quarzite, rote Sandsteine, Phthanite. Der Zustand ist schon annähernd jener der Grauwacken Metamorphose.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

b) In wenig Kittmasse sind Bröckelchen und gerundete Komponenten: Überwiegend weiße Quarze (Ø bis 15 mm), graue, sehr feinschuppig-körnige, etwas glimmerige Quarzite (Ø bis 35 mm) und Lydite. Ähnlich Karbonkonglomeraten.

c) In wenig Zement liegen rote, schwarze und braungraue sowie weiße Geröllchen, Ø bis 10 mm, z. T. Sandsteine und Phthanite, zum größeren Teil weiße Quarzfelsbröckelchen wie in der Werfener Grundbresche.

d) Sandsteine, rotviolett, grau, grünlich, z. T. kalkig, tonig. Aussehen wie Werfener Sandsteine.

e) Eggenberger Bresche.

11. Jüngere Karbonatgesteine unsicheren Alters (Mesozoikum? Jüngeres?)

Immer wieder kommen Dolomite vor, welche bisher in den Pannon-Schottern nicht gefunden wurden. Es handelt sich einerseits um überwiegend helle, aber auch graue Gesteine, einige Gerölle weisen Kleinhöhlen (Ø = 1—5 mm) auf (vgl. S. 63), andererseits grusig zerfallende, lichtgraue Dolomite. Dieselben Dolomittypen kamen dem Verfasser bei seinen Studien über Mürztaler Schotter unter (St. Marein, Kindberg, Krieglach), so daß diese Dolomite aus dem Semmering-Mesozoikum stammen könnten.

Häufig sind dichte Kalke, deren Körnung auch mit Lupe nicht zu erkennen war. Sie sind grauweiß, hellgrau, grau, rötlichgrau, hellbraun, rosarot, einige grau und rot gefleckt, mit roten Lassen auf den Klüften, einige mit weißer Äderung. Nach dem Habitus sind sie von den paläozoischen Kalken der engeren und weiteren Grazer Umgebung unterscheidbar. Da der Verfasser auch solche Typen — genau so in verschiedenen Varianten der Färbung, Fleckung und mit oder ohne Äderung — in den schon oben erwähnten Mürztaler Schottern konstatieren konnte, stammen sie wahrscheinlich auch aus dem Einzugsgebiet der Mürz.

Nur ein einziges Mal wurde ein lagiger Kieselkalkstein gefunden: Dickes Geschiebe mit annähernd dreieckigen Umrissen, 84 × 79 × 33 mm. Lagen von körnigem Chalzedon (Hornstein, milchig-trüb bis leicht grau) mit Dicken von 1—3 mm wechseln mit verschieden dicken (1—5 mm), hellbräunlichgelben Kalzitlagen. Wahrscheinlich mesozoischer Herkunft.

Alle die vielen untersuchten Proben waren fossilleer.

12. Quarzfelse

Die petrographische Ausbildung der Quarzfelsgerölle hebt sich von jenen in den Pannonschottern ab: Stark vertreten sind in den Würmschottern Gerölle mit Schieferfetzen und immer wieder mit

Ankeritführung, die offenbar den Gangarten von Erzgängen entsprechen, wogegen Quarzfelsgerölle, wie wir sie aus Milchquarzgängen oder sonstigen sterilen Quarzschwielen oder Quarzgängen kennen, nur vereinzelt gefunden werden konnten. Auffallend war ein durch Hämatit violettrot durchfärbter Quarzfels mit Schieferfetzen.

Es fehlen

von den Gesteinen, die man hier erwarten könnte: Massige Diabase, z. B. aus dem Semriacher Becken, tiefgrüne Porphyroide aus der obersteirischen Grauwackenzone, Serpentinite vom Typus Kraubath, die merkwürdigen, ganz hellen Antigoritite (HANSELMAYER 1959: 801) und Hornsteine, welch letztere immer wieder in den Pannonschottern gefunden wurden, sowie die braunen bis violettroten Quarzporphyre. Dolomitsandsteine, wie sie z. B. schon auf der Kanzel und Frauenkogel vorkommen, sind mir vorläufig nicht untergekommen, müßten aber eigentlich vorhanden sein. Auch Nephrite gehen ab, sie scheinen doch nicht so häufig zu sein, wie früher angenommen wurde. Da eine Flußrichtung aus dem SW und aus dem SO nicht anzunehmen ist, wurden alle Gesteine aus der Koralpe und aus der Gleichenberger Eruptivmasse außer Betracht gelassen.

V. Herkunftsfragen

Für eine Herkunft der Gerölle sollte man nicht nur das Grazer Becken mit seiner Kristallin-Umrahmung (Koralpe?, Stubalpe, Gleinalpe, Brucker Hochalpe, Rennfeld, Fensteralpe) in Betracht ziehen, sondern auch das Einzugsgebiet der Mürz und der oberen Mur, und zwar deshalb, weil in der Würmeiszeit der Murdurchbruch zwischen Bruck und Graz schon vorhanden war. Vgl. HERITSCH 1921: 68.

Der Fund eines Lazulith-Quarzfels-Gerölles in den Sedimenten der Schottergrube Don-Bosko bestätigen auch von petrographischer Seite, daß der Murdurchbruch südlich von Bruck zu dieser Zeit schon erfolgt war, denn lichtblauer Lazulith kommt nur in der Umgebung von Krieglach vor, und der Weg des bezüglichen Gerölles kann nur mürzabwärts über Bruck nach Graz erfolgt sein (HANSELMAYER 1962).

Herkunftsmäßig möchte ich wie folgt gruppieren:

a) Eine verhältnismäßig große Anzahl von Gesteinen kann man auf das Gleinalpenkristallin beziehen:

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Gleinalpenkern: Mikroklingranite, Augengneise, Granodiorite, Diorite, Aplite, Migmatite (Nebulit u. a.), Amphibolite, Granatglimmerschiefer.

Tiefere, kalkarme Gleinalpenhülle: Hellglimmerschiefer, Glimmerquarzite, phyllit. Granatglimmerschiefer, Kalkmarmore, Amphibolite, Smaragditschiefer, Antigoritite.

Höhere, kalkreiche Hülle: Granatphyllite, Granatglimmerschiefer, Granatglimmerquarzite, Quarzite, Paraamphibolite, Hornblendegarbenschiefer, Kalkmarmore, Pegmatite.

Aus der paläozoischen Überlagerung: Diabasische Gesteine, paläozoische Kalke.

Besonders erwähnenswert ist es, daß sowohl unter den gröbsten als auch unter den mittelgroben Geröllen alle Typen von Orthoamphiboliten, welche aus dem Gleinalpenzug zwischen Gleinalpen-Speik und Murknie bei Bruck bekannt sind, auftreten. Inwieweit solche Gesteine auch auf das Rennfeldkristallin oder auf den Troiseckzug bezogen werden können, bleibt offen.

b) Aus dem Einzugsgebiet der Mürz:

Die nächste große Geröllgruppe ließ sich ohne Schwierigkeiten aus dem Einzugsgebiet der Mürz herleiten, und zwar durch folgende Funde:

Mürztaler Grobgneise bis Grobgranite.

Verschiedene Quarzittypen aus der Semmering-Trias, von den Feinquarziten und Serizitquarziten angefangen bis zu den Konglomeratquarziten, und ein „Pseudo-Semmeringquarzit" i. S. CORNELIUS, vgl. S. 62.

Graurote Konglomerate und vorwiegend rote bis violettrote, aber auch graue und grünliche Sandsteine aus den Werfener Schichten.

Gerölle aus dem „Erzführenden Kalk".

Vertreter von Dolomiten und dichten Kalksteinen, die sich nicht auf das Grazer Paläozoikum beziehen lassen.

Ein Lazulith-Quarzfels-Gerölle, das für die Mürztaler Geröllgesellschaft geradezu ein „Leitgestein" darstellt und eventuell Amphibolite aus dem Troiseckzug.

c) Gerölle, die auf weiter abliegende Bereiche beziehbar wären:

Massiger Granit, vgl. S. 48, Herkunft aus den Seckauer Alpen oder aus der Bösensteinmasse.

Ein Teil der Antigoritite könnte mit diesen Zentralgraniten gekommen sein (z. B. Lärchkogel, ANGEL 1924: 146, oder aus der Grauwackenzone zwischen Leoben und Liesingtal).

Ebenso wäre auf Grund des Zentralgranitfundes auch Rannachkonglomerat-Gerölle zu erwarten, die aber bisher nicht festgestellt wurden, weiters

Porphyroide aus der obersteirischen Grauwackenzone.

d) Beziehbare Gesteine aus nahen Einzugsgebieten:

Fleckengrünschiefer, z. B. aus dem Semriacher Becken,

Waldsteinit von Waldstein bei Deutsch-Feistritz,

Diabastuffe aus einem Bereich nördlich des Murdurchbruches bei Gösting,

Diabastuffite aus dem Rannachgebiet oder vom Plesch,

ockerige Sandsteine aus dem Devon von Thalwinkel,

paläozoische Kalke und Dolomite mit Fossilien, siehe S. 70.

e) Herkunft fraglich oder als Anstehendes nicht bekannt.

Epidosite können sowohl aus Amphibolit- als auch aus Diabasgebieten stammen; das war nicht näher zu entscheiden.

Quarzfelse: Die Gerölle, welche gefunden wurden, stammen wahrscheinlich aus Grauwacken- oder aus phyllitischen Serien; ist auch nicht näher zu bestimmen.

Verschiedene Konglomerate, Albitgneis, Dioritporphyrit, Epidot-Chlorit-Glimmerschiefer, Diabastuffit, diabasischer Prasinit.

Schließlich sei darauf verwiesen, daß auch schon bei der Physiographie ausgewählter Gerölle Herkunftsfragen angeschnitten wurden.

VI. Vergleich mit Pannonschottern

Ergebnis aus den bisherigen Untersuchungen: Graz mit engerer Umgebung bis Laßnitzhöhe-Dornegg

	Würmglazial	Pannon
Granitoide Gerölle (insgesamt)	30—40%	15—30%
Schriftgranitische Pegmatite .	selten	häufig
Quarzporphyre .	—	+
Amphibolite	+	—
Hornblendegarbenschiefer	+	—
Fleckengrünschiefer.	+	—
Dunkle Antigoritite	+	—
Hornstein	—	+
Dolomite hellgrau bis grau.	+	—
Aus „Erzführendem Kalk“	+	—
Quarzfelsbeteiligung	bis 10%	30—60%

Die Tabelle zeigt bewußt nicht auf, was beiden Geröllgesellschaften gemeinsam ist, sondern legt alles Gewicht auf das

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Unterschiedliche. Es wird hiemit möglich gemacht, Pannonschotter und Würmglazialschotter im bisher untersuchten Raum zu unterscheiden. Der Verfasser hat zunächst nicht angenommen, daß diese Unterschiede so charakteristisch sind. Ob sich bei einer Verbreiterung der Lokaluntersuchungen diese Unterschiede verwischen oder verstärken werden, ist noch offen. Deutlich kommt auch zum Ausdruck, daß die Zusammensetzung der Würmglazialgeröllgesellschaft wesentlich von den Abtragungen des Gleinalpenzuges beeinflußt wird, denn bezeichnend ist das Vorhandensein der Amphibolite in verschiedensten Varietäten und der verhältnismäßig große Prozentsatz der granitoiden Gesteine. Hervorzuheben wäre noch das Fehlen der braunen bzw. gelbbraunen, roten oder violettroten Quarzporphyre in den Würmakkumulationen.

Vergleichsweise von Interesse ist das Zurücktreten des Quarzfelsanteiles in den Würmschottern gegenüber den Pannonschottern:

Pannon: (HANSELMAYER 1959, 1960, 1961)		Würmglazial:	
Platte-Graz:	47,0 bis 66,5 Stück-%	Don-Bosko:	9,0 bis 9,5 Stück-%
Laßnitzhöhe:	40,0 bis 49,5 Stück-%	Friesach:	6,5 bis 10,0 Stück-%
Hönigthal:	23,5 bis 30,5 Stück-%		

Obige Zahlen, den Restquarzanteil der Pannonschotter betreffend, sind auffallend hoch — durchwegs das vier- bis sechsfache gegenüber dem Anteil dieser Gesteine in den Würmschottern —, aber doch nicht so hoch, wie man früher angenommen hat.

VII. Literatur

S. B. = Sitzungsber. Österr. Akademie Wiss., mathem.-naturw. Kl., Abt. I
M. nw. V. = Mitteilungen naturwiss. Verein Steiermark

ANGEL, F., 1923: Petrographisch-geologische Studien im Gebiete der Gleinalpe. Verh. Geol. B. A. Wien. 73: 63—98.
— 1924: Gesteine der Steiermark. M. nw. V. 60: 1—302.
ANGEL, F. & SCHNEIDER, 1925: Die Amphibolite des Gleinalmgebietes. TMPM 36: 1—24.
ANGEL F., 1928: Die Magmenentfaltung im Gleinalmgebiet. N. Jb. Min. etc. 46. Beil. 423—467.
— 1929: Stubachit und Stubachitserpentin von Ganoz (bei Kals in Osttirol). Ztschr. Kristall. 72: 1—41.
— 1930: Über Plagioklasfüllungen und ihre genetische Bedeutung. M. nw. V. 67: 36—52.
— 1930: Notizen zur Morphologie des Antigorites. M. nw. V. 67: 3—6.
ANGEL, F. & METZ, 1933: Notizen zur Gesteinskunde der österreichischen Ostalpen. TMPM 43: 175—181.

ANGEL F., 1939: Unser Erzberg. M. nw. V. 75: 227—321.
— 1954: Waldsteinit. TMPM, SANDER-Festschr. 440—453.
CORNELIUS, H. P., 1952: Die Geologie des Mürztalgebietes. Jb. Geol. B. A. Sonderband 4: 1—94.
FLÜGEL, H., 1950: 140 Jahre geologische Forschung im Grazer Paläozoikum. M. nw. V. 88: 51—78.
— 1960: Geologische Wanderkarte des Grazer Berglandes. Geol. B. A. Wien, 1:100.000.
HANSELMAYER, J., 1958: Petrographie und Chemismus der violetten Diabastuffe vom Florianiberg. M. nw. V. 88: 104—120.
— 1959: Beiträge zur Sedimentpetrographie der Grazer Umgebung XI: Petrographie der Gerölle aus den pannonischen Schottern von Laßnitzhöhe. S. B. 168: 789—838.
— 1959: Beiträge XII: Zur Petrographie pannonischer Schotter von der Platte-Graz. M. nw. V. 89: 35—56.
— 1960: Petrographie und Chemismus der grünen Diabastuffe vom Plabutsch-Bergzug. M. nw. V. 90: 25—40.
— 1960: Beiträge XIV: Petrographie der Gerölle aus den pannonischen Schottern von Laßnitzhöhe. S. B. 169: 319—340.
— 1961: Beiträge XV: Petrographie der pannonischen Schotter von Hönigthal. S. B. 170: 179—202.
— 1962: Beiträge XVII: Fund eines Lazulith-Quarzfels-Gerölles im Würmglazialschotter von Graz. Im Druck.
— 1962: Ein Porphyroidfund nahe der „Elisenruhe" bei Bruck a. d. Mur (Steiermark). M. nw. V. Im Druck.
HAUSER, L., 1937: Petrographische Begehungen in der Grauwackenzone der Umgebung Leobens. Verh. Geol. B. A. Wien, 219—226.
— 1939: Die diabasischen Effusiva in der Grauwackenschiefer-Serie zwischen Mur- und Ennstal. N. Jb. Min. etc. Beil. Bd. 75: A. 205—244.
HAUSER, L. & METZ, 1935: Serizitporphyroide von Edling bei Trofaiach. Verh. Geol. B. A. Wien, 138—141.
HERITSCH, F., 1908: Der Serpentin von Bruck a. d. Mur. Verh. Geol. B. A. 297—299.
— 1921: Geologie von Steiermark. M. nw. V. 57: 1—224.
HÖDL, A., 1941: Über Chlorite der Ostalpen. Ein Beitrag zur Systematik der Chlorite. N. Jb. Min. etc. Beil. Bd. A: 1—77.
KITTL, E., 1920: Die Gesteine der Bösensteinmasse. Jb. Geol. R. A. 69: 255—300.
KOLLMANN, K., 1960: Das Neogen der Steiermark. Mitt. Geol. Ges. Wien, 52: 159—167.
KROPFITSCH & SCHOUPPE, 1953: Revision der Tabulaten aus dem Paläozoikum von Graz. M. nw. V. 83: 90—117.
METZ, K., 1953: Beiträge zur Kenntnis der Seckauer Tauern. I. Die Kerngesteine (Gneise und Granite). M. nw. V. 83: 130—157.
— 1957: Geologische Karte der Steiermark. 1:300.000, Graz.
— 1959: Erläuterungen zur geologischen Karte der Steiermark. M. nw. V. 89: 87—103.

SANDER, B., 1950: Einführung in die Gefügekunde der geologischen Körper. II. Die Korngefüge. Springer, Wien, 1—409.

SÖLCH, J., 1928: Die Landformung der Steiermark. Naturwiss. Ver. Steiermark, 1—221.

SPENGLER, E., 1913: Ein neues Vorkommen von Serpentin auf der Gleinalpe. M. nw. V. 50: 80—83.

STINY, J., 1915: Neue und wenig bekannte Gesteine aus der Umgebung von Bruck a. d. Mur. N. Jb. Min.: 91—111.

THURNER, A., 1960: Die Geologie der Berge nördlich des Wölzertales zwischen Eselsberg- und Schönberggraben. Mitt. d. Museums f. Bergbau etc. „Joanneum", Graz, 21: 1—32.

WEBER, A., 1941: Die ANGELsche Plagioklasuhr. Zentralbl. Mineral. etc. A. 4: 90—96.

WINKLER-HERMADEN, A., 1957: Geologisches Kräftespiel und Landformung. Springer, Wien, 1—822.

Anschrift des Verfassers: Dr. Josef Hanselmayer, Graz, Rechbauerstraße 54